

2021 Brasil

Estudo Estratégico Mercado de Armazenamento

Aplicações, Tecnologias e Análises Financeiras

Greener



DIAMOND

Patrocínio



GOLD
Patrocínio



Sobre nós

Greener

Desde 2007 a Greener apoia **empreendedores, investidores e governo** a encontrar os melhores caminhos e estratégias para impulsionar suas oportunidades e resultados através de estratégias em **investimentos, inteligência de mercado** e **desenvolvimento** para a transição energética.

➤ NewCharge

Somos uma empresa que **desenvolve, implementa e investe** em **soluções de geração e armazenamento** de energia elétrica, oferecendo nossas soluções a **clientes** dos setores de **agricultura, indústria e comércio**. Nosso trabalho abrange desde a avaliação da viabilidade econômica e técnica até implantação e operação de sistemas.

Sumário

1. Como o armazenamento está mudando o setor de energia elétrica em todo mundo
2. A silenciosa revolução tecnológica de baterias
3. Como o armazenamento está começando a mudar o setor de energia elétrica no Brasil
4. Conquistando a viabilidade econômica
5. Quantificando o potencial do mercado de armazenamento, hoje e no futuro
6. Juntando as forças para fazer crescer um novo mercado

Capítulo 1

Como o armazenamento está mudando o setor de energia elétrica em todo o mundo

CONTEÚDO DO CAPÍTULO

	Versão Light	Versão Premium
➤ O PAPEL DO ARMAZENAMENTO NA TRANSFORMAÇÃO DO SETOR ELÉTRICO	✓	✓
➤ POTÊNCIA GLOBAL ULTRAPASSARÁ 1.000 GW ATÉ 2040	✓	✓
➤ SISTEMAS DE ARMAZENAMENTO SÃO USADOS PARA APLICAÇÕES DIVERSAS		✓
➤ ARMAZENAMENTO AMPLIARÁ O ALCANCE DAS RENOVÁVEIS		✓
➤ SERVIÇOS ANCILARES EM FRENTE DO MEDIDOR		✓
➤ SERVIÇOS ANCILARES EM FRENTE DO MEDIDOR NOS EUA E OUTROS PAÍSES		✓
➤ GERAÇÃO DISTRIBUÍDA NA ALEMANHA		✓
➤ TRADING DE ENERGIA – HOLANDA		✓
➤ CASES – HAVÁÍ E AUSTRÁLIA		✓
➤ FATURAMENTO GLOBAL PREVISTO PARA 2035	✓	✓

O PAPEL DO ARMAZENAMENTO NA TRANSFORMAÇÃO DO SETOR ELÉTRICO



Geração

Sistemas de armazenamento de grande porte prestam serviços importantes para a geração de energia tais como:

- Facilitam o despacho de grandes usinas renováveis (solares, eólicas). Absorvem, picos de geração e os transferem para momentos de alta carga;
- Junto com sistemas fotovoltaicos substituem geradores Diesel em sistemas off-grid.



Transmissão

+



Distribuição

Nas linhas de transmissão e distribuição podem oferecer:

- Maior eficiência nas redes: em vez de construir novas linhas ou novas subestações para atender picos temporários de consumo ou de geração, operadores poderão usar armazenamento em pontos estratégicos da rede;
- Permitem a melhora da qualidade de suprimento de energia elétrica. Absorver flutuações de tensão, ou de frequência, contribuindo assim a uma redução de quedas de energia (serviços ancilares).



Consumo

Para o consumidor individual trazem uma série de importantes vantagens:

- Gerir consumo e demanda contratada;
- Servir como backup de energia;
- Potencializar os benefícios da geração distribuída;
- Prestar serviços ancilares (remunerados) à rede;

Desta forma, transformam o consumidor em 'prossumidor' proporcionando um importante aumento de sua autonomia energética.

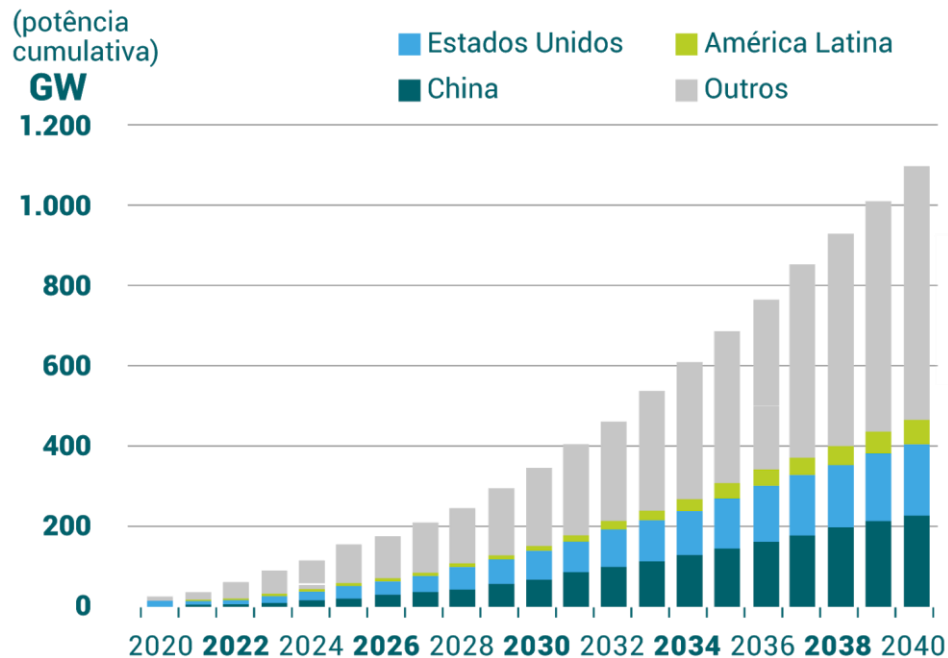


Sistemas de armazenamento em 'frente do medidor'

Sistemas 'atrás do medidor'

POTÊNCIA GLOBAL ULTRAPASSARÁ 1.000 GW ATÉ 2040

Previsão de capacidade cumulativa de sistemas de armazenamento

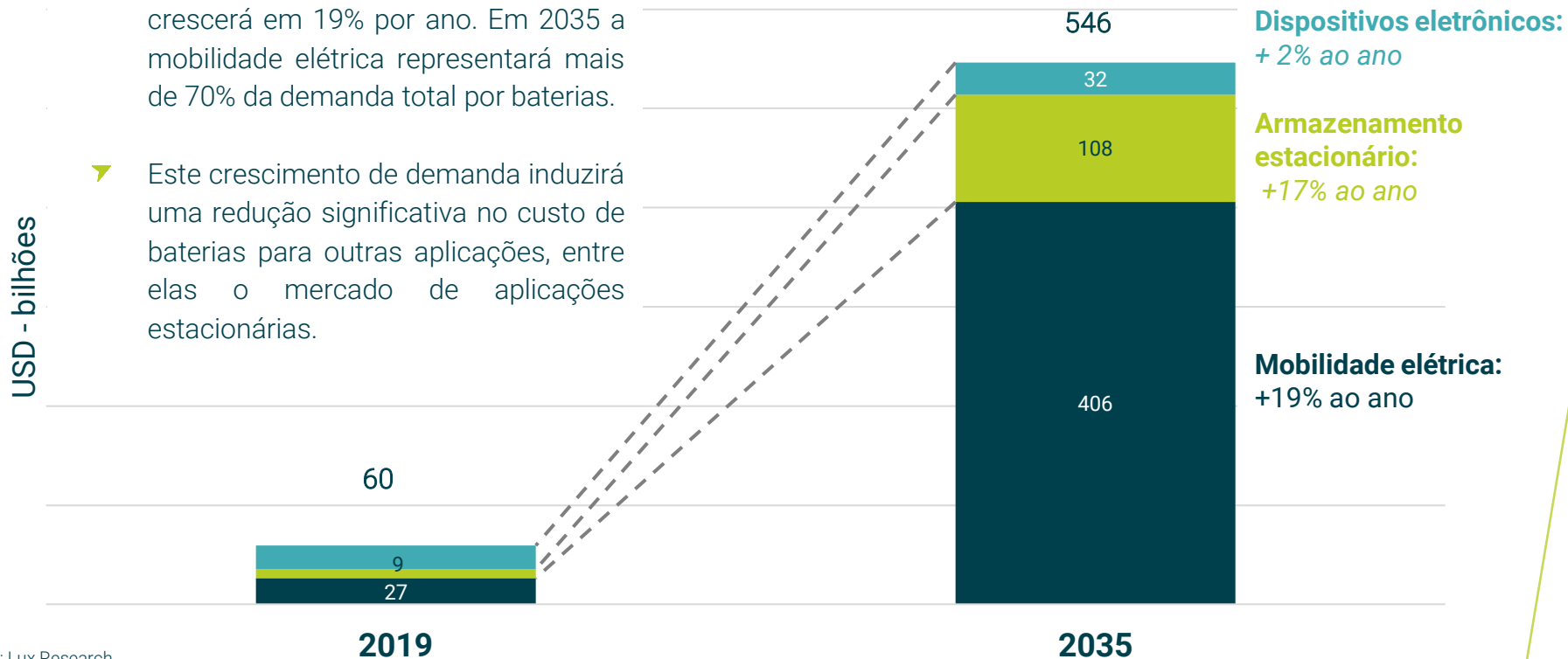


Detalhamento do mercado global 2019:

- ▶ Coréia: 600 MW;
- ▶ Alemanha: 500 MW;
- ▶ China: 500 MW;
- ▶ EUA: 400 MW;
- ▶ Demais: 1,1

FATURAMENTO GLOBAL DE ARMAZENAMENTO

- Entre 2020 e 2035 a demanda por baterias para mobilidade elétrica crescerá em 19% por ano. Em 2035 a mobilidade elétrica representará mais de 70% da demanda total por baterias.
- Este crescimento de demanda induzirá uma redução significativa no custo de baterias para outras aplicações, entre elas o mercado de aplicações estacionárias.



Adquira a Versão Premium!

Alguns conteúdos premium deste capítulo:

- Sistemas de armazenamento são usados para aplicações diversas
- Serviços Ancilares em frente do medidor nos EUA e outros países (1)
- Serviços Ancilares em frente do medidor nos EUA e outros países (2)
- Armazenamento ampliará o alcance das renováveis
- Geração Distribuída na Alemanha
- Trade de Energia – Holanda
- Cases – Haváí e Austrália

[CLIQUE AQUI](#)

MAPA DE ATRATIVIDADE FINANCEIRA – MÉDIA TENSÃO
Taxa Interna de Retorno (TIR)

SERVIÇOS ANCILARES EM FRENTE DO MEDIDOR

PREVISÃO DO MERCADO DE ARMAZENAMENTO DE ENERGIA
Aplicações Atrás do Medidor + Off-Grid

Capítulo 2

| A silenciosa revolução tecnológica das baterias

CONTEÚDO DO CAPÍTULO

	Versão Light	Versão Premium
➤ COMPARAÇÃO DAS PRINCIPAIS TECNOLOGIAS DE BATERIAS	✓	✓
➤ COMPARAÇÃO DE VIDA ÚTIL: CHUMBO VS. LÍTIO		✓
➤ PREÇO DE BATERIAS DE LÍTIO* CAIU EM 89% DESDE 2010	✓	✓
➤ PREMISSAS PARA A EVOLUÇÃO DO CUSTO DE BATERIAS DE LÍTIO		✓
➤ CENÁRIO DE PREÇO PARA BATERIAS DE LÍTIO ATÉ 2030		✓
➤ PROCESSO PRODUTIVO DE UMA BATERIA DE LÍTIO		✓
➤ CARACTERÍSTICAS DOS PRINCIPAIS TIPOS DE BATERIA		✓
➤ TODAS AS BATERIAS DE LÍTIO PRECISAM DE UM BMS		✓
➤ BATERIAS DE FLUXO TÊM UM PERFIL MUITO DISTINTO	✓	✓
➤ CENÁRIOS PARA O FUTURO DAS TECNOLOGIAS DE BATERIAS	✓	✓
➤ O QUE COMPÕE UM SISTEMA DE ARMAZENAMENTO?	✓	✓
➤ ESTRUTURA DE CUSTO – SISTEMA COMERCIAL	✓	✓
➤ TRIBUTOS NO BRASIL		✓

COMPARAÇÃO DAS PRINCIPAIS TECNOLOGIAS DE BATERIAS

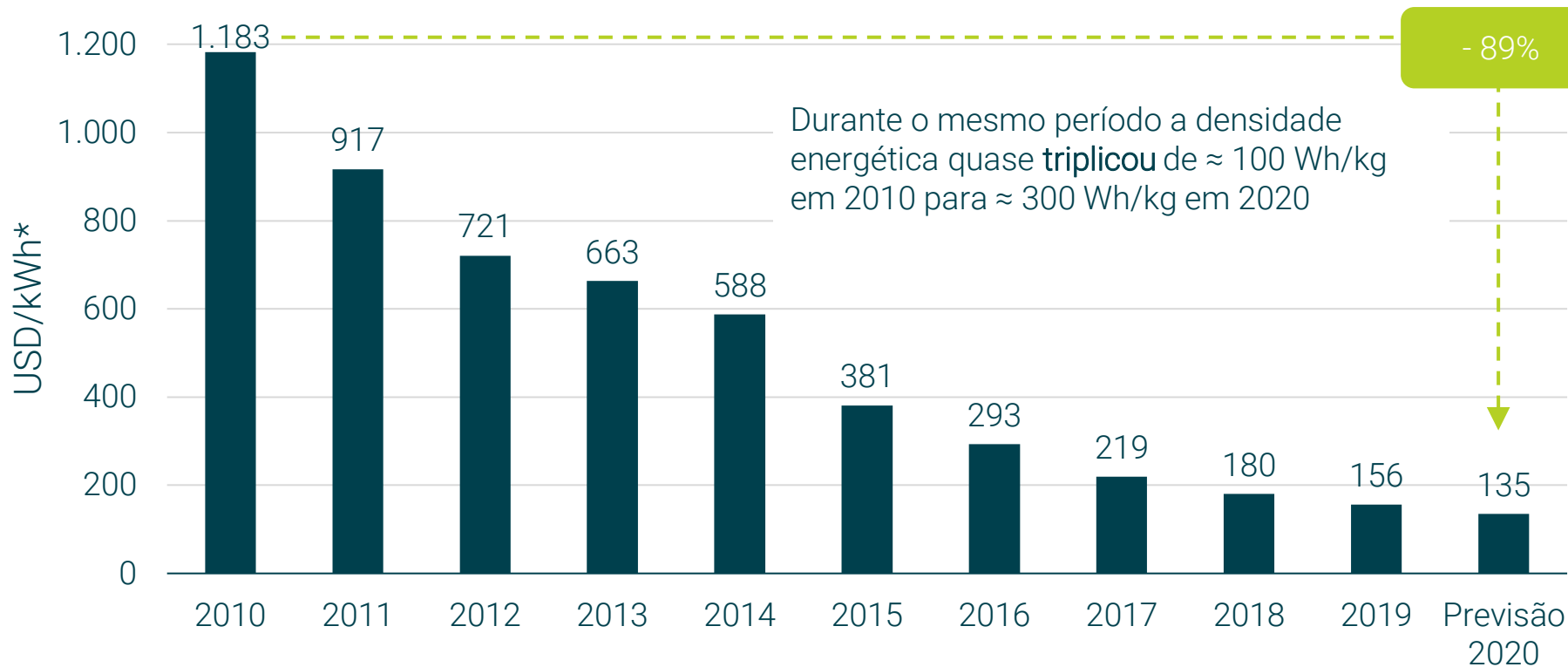
	Chumbo Ácido	Íon de lítio	Baterias de fluxo
Composição química	Pb + H2SO4	LFP*, NMC*, NCA*, ...	Redox de vanádio, Ferro-Cromo, Zinco-Bromo
Tempo de descarga	Flexível, pode ser otimizado para até 20 horas	Até 4 horas	4 – 10 horas
Vida útil (ciclos)	200 - 800	2,000 – 8,000	10,000 – 15,000
Eficiência total	60%-70%	85%-98%	60%-85%
Densidade energética	Baixa	Alta	Média
Preço baterias (USD)	Até USD 100/kWh	Até USD 200/kWh	USD 200 – 600/kWh
Segurança	Média	Baixa – média	Não inflamável, mas vazamentos possíveis
Toxicidade	Elevada	Média	Depende, p.ex. bromo muito tóxico

■ Característica Positiva
■ Característica Negativa

Outras tecnologias:

- Ar-zinco;
- Sódio-enxofre;
- AHI (aqueous hybrid ion);
- Íons de sódio.

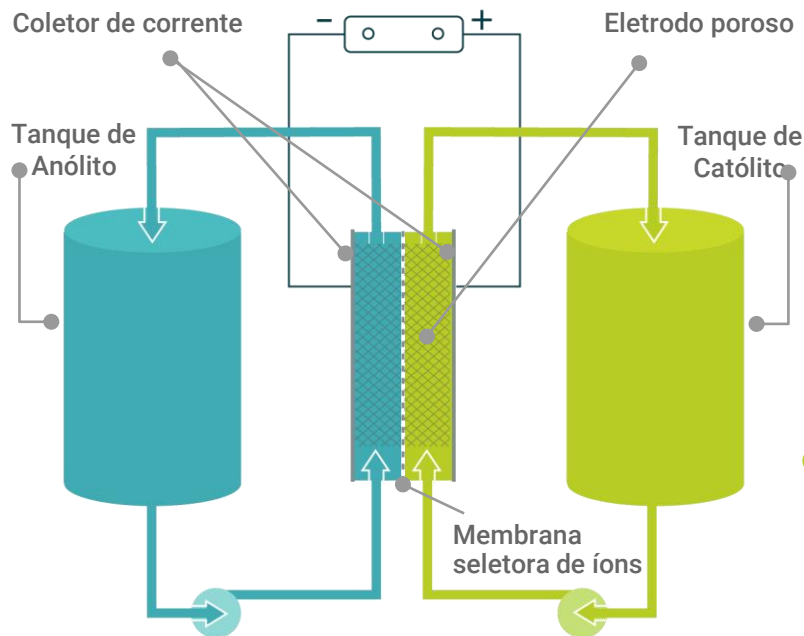
PREÇO DE BATERIAS DE LÍTIO* CAIU EM 89% DESDE 2010



BATERIAS DE FLUXO TÊM UM PERFIL MUITO DISTINTO

Pode ser uma tecnologia promissora para sistemas estacionários de grande porte

Esquema funcional de uma bateria de fluxo



Vantagens

- Vida útil potencialmente muito longa (desde que composição química do anodo e catodo seja mantida);
- Compostos por materiais não escassos e em muitos casos não-tóxicos;

Desvantagens

- Menor densidade energética (comparada com baterias de lítio);
- Não estão livres de O&M;
- Número limitado de fornecedores;
- Falta de histórico em escala industrial;

Anodo e catodo são compostos por elementos químicos dissolvidos em líquidos. A troca de íons entre os dois polos, responsável pela geração de corrente elétrica, ocorre através de uma membrana, enquanto ambos líquidos circulam em seus respectivos containers.

CENÁRIOS PARA O FUTURO DAS TECNOLOGIAS DE BATERIAS

Cenário

Comentário

1

Mercado de baterias será dominado por **uma ou duas tecnologias âncora**. Demais tecnologias apenas serão comercializadas para aplicações nicho.

- **Cenário plausível.** A mobilidade elétrica exige baterias com elevada densidade energética. Dentre as tecnologias disponíveis em escala industrial, apenas a **tecnologia de lítio** consegue atender esta demanda. Ganhos de aprendizado e de escala facilitarão o uso de baterias de lítio também para o mercado estacionário;
- **Baterias de chumbo** possivelmente ainda serão relevantes para aplicações 'clássicas', tais como sistemas de backup simples ou baterias de arranque automotivo;

2

Haverá um **coexistência de várias tecnologias de baterias**:

- Lítio para mobilidade elétrica e dispositivos eletrônicos;
- Baterias de fluxo, baterias ar-zinco e baterias de chumbo para aplicações estacionários;

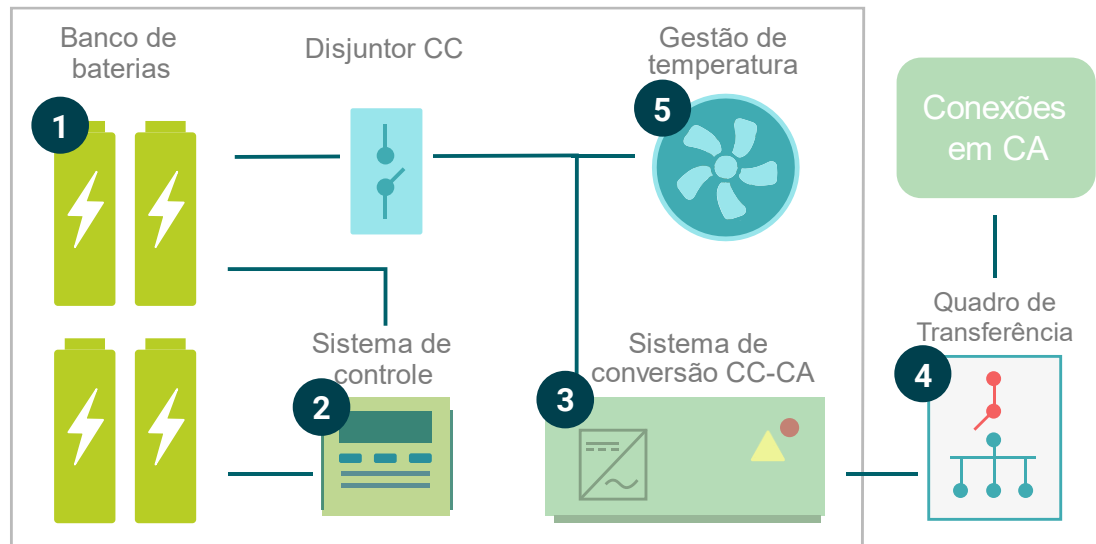
- **Possível, mas menos provável.** A industrialização de novas tecnologias exige investimentos muito elevados. Adicionalmente, a fragmentação da demanda entre várias tecnologias reduzirá os ganhos de escala que poderão ser capturados no futuro;

3

Surgimento de uma ou poucas novas '*killer technologies*'.

- **Possível, mas pouco provável** no curto e médio prazo;

O QUE COMPÕE UM SISTEMA DE ARMAZENAMENTO?



1 Banco de baterias
Blocos de baterias individuais montados em 'racks'. Podem ser baterias de lítio, ou de outras tecnologias, dependendo da aplicação;

2 Sistema de controle

- Software de gerenciamento (EMS: *energy management system*), realizando o despacho da energia armazenada
- Supervisório técnico assegurando a correta interação entre vários componentes do sistema (baterias, inversores, medidores etc);
- Interface de comunicação permitindo supervisão e operação

3 Sistema de conversão

- Converte a energia armazenada na bateria de corrente contínua (CC) para corrente alternada (CA) e vice versa.

5 Gestão de Temperatura

- Sensores de temperatura e humidade;
- Sistema de ar condicionado ou aquecedor garantindo;
- Sistema de combate à incêndio;

4 Quadro de transferência
Controla a conexão do sistema de armazenamento com a rede elétrica e as cargas do usuário.

ESTRUTURA DE CUSTO – SISTEMA COMERCIAL

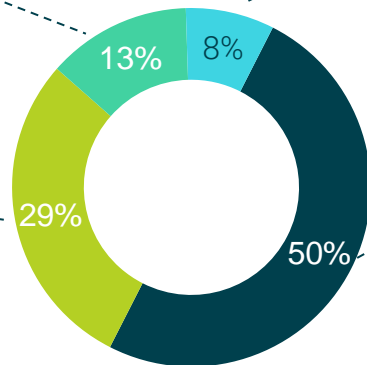
Baterias representam quase 50% do custo do sistema

Demais componentes

- Engenharia
- Instalação

Inversor/ conversor

- Retificador CA → CC (para carregamento de baterias);
- Inversor CC → CA (para atender as cargas);
- Software de gerenciamento do sistema (EMS – *energy management system*);
- Tributos incidentes: II, IPI, ICMS, PIS/COFINS



Outras despesas

- Proteções elétricas;
- Quadros de transferência;
- Container ou gabinete;
- Demais componentes

Banco de baterias

- Células de baterias;
- Racks ('gavetas técnicas' agrupando células em bancos de bateria de 2-15 kWh);
- BMS (*battery management system*);
- Tributos incidentes: II, IPI, ICMS, PIS/COFINS



No Brasil, a tributação sobre as baterias e conversores pode chegar até 80%.

Adquira a Versão Premium!

Alguns conteúdos premium deste capítulo:

- Sistemas de Armazenamento são usados para aplicações diversas
- Comparação de vida útil: Chumbo vs. Lítio
- Cenário de custos para baterias de Lítio
- Processo produtivo de uma bateria de Lítio
- Diferentes tipos de baterias de Lítio
- Todas as baterias de Lítio precisam de um BMS
- Tributos no Brasil

[CLIQUE AQUI](#)

MAPA DE ATRATIVIDADE FINANCEIRA – MÉDIA TENSÃO
Taxa Interna de Retorno (TIR)

SERVIÇOS ANCILARES EM FRENTE DO MEDIDOR

PREVISÃO DO MERCADO DE ARMAZENAMENTO DE ENERGIA
Aplicações Atrás do Medidor + Off-Grid

Capítulo 3

Como o Armazenamento está começando a mudar o setor de energia elétrica no Brasil

CONTEÚDO DO CAPÍTULO

	Versão Light	Versão Premium
➤ PRINCIPAIS APLICAÇÕES NO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO	✓	✓
➤ ARMAZENAMENTO EM SISTEMAS ISOLADOS	✓	✓
➤ CASO – ILHA DE LENÇÓIS (MA)	✓	✓
➤ CASO – FAZENDA EM GOIÁS	✓	✓
➤ CASO – P&D CELPE	✓	✓
➤ ARMAZENAMENTO ATRÁS DO MEDIDOR	✓	✓
➤ REDUÇÃO DE CONSUMO NO HORÁRIO DE PONTA	✓	✓
➤ REDUÇÃO DA DEMANDA CONTRATADA	✓	✓
➤ GERAÇÃO DISTRIBUÍDA SEM INJEÇÃO NA REDE	✓	✓

CONTEÚDO DO CAPÍTULO

	Versão Light	Versão Premium
➤ BACKUP DE ENERGIA	✓	✓
➤ CASO – PROJETO VALE	✓	✓
➤ CASO – PROJETO BRASAL	✓	✓
➤ CASO – PROJETO EMPRESARIAL	✓	✓
➤ CASO – P&D CEMIG	✓	✓
➤ MERCADO EM FRENTE DO MEDIDOR	✓	✓
➤ CASO – P&D ISA CTEEP	✓	✓
➤ CASO – P&D CESP	✓	✓
➤ PROJETOS DE P&D NO BRASIL	✓	✓
➤ DESAFIOS ENFRENTADOS PELOS PROJETOS PIONEIROS *		✓

PRINCIPAIS APLICAÇÕES NO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO

Off-Grid

- Baterias tem sido usados em pequenos sistemas isolados há muitos anos. Trabalhando com baterias de chumbo-ácido, é a aplicação mais antiga no Brasil. Programas de universalização de energia elétrica como o Mais Luz para a Amazônia impulsionarão esse mercado.
- Aplicações Híbridas – Solar + Diesel + Baterias – ganham competitividade, reduzindo custos e as emissões de CO2. Comunidades isoladas e consumidores rurais já aplicam estas soluções como por exemplo em pivôs de irrigação.
- No âmbito da chamada de P&D estratégico da ANEEL 21/2016 foi realizado um projeto de micro-rede com bateria na ilha de Fernando de Noronha, que poderá servir de referência para outros sistemas isolados no Norte do país.

Atrás do medidor

- Projetos de armazenamento 'on-grid' atrás do medidor no Brasil são um fenômeno recente. Apesar disso, em 2020 já vemos importantes cases de projetos comerciais sendo viabilizados.

Em frente ao medidor

- Projetos em frente do medidor, capazes de prestar serviços para rede elétrica representam a última fronteira no desenvolvimento do setor de armazenamento no Brasil. Neste momento há alguns projetos de P&D oriundos da chamada estratégica 21/2016. Projetos comerciais em frente do medidor exigirão uma adequação do marco regulatório.

ARMAZENAMENTO EM SISTEMAS ISOLADOS

Programas de universalização da energia

- O Brasil desenvolveu projetos de instalação de sistemas solares remotos para atender comunidades isoladas. O **PRODEEM (Programa de Desenvolvimento Energético de Estados e Municípios)** instalou mais de **6.200** sistemas para atender as necessidades domésticas de energia elétrica e iluminação pública. Os sistemas contavam com baterias de **chumbo-ácido seladas** de **12 Vdc**. Apesar do elevado número de sistemas, a capacidade instalada de armazenamento não era efetivamente elevada, dado que consistiam de sistemas de pequeno porte.
- Outro projeto de universalização do acesso à energia foi o **Luz Para Todos (LpT)**, mas esse previa, na maior parte dos casos, o acesso via expansão da rede de distribuição. Assim, não houve expressiva quantidade de sistemas de geração com armazenamento instalados.
- Em fevereiro de 2020 o Governo Federal lançou o programa **Mais Luz para a Amazônia (MLpA)**, que propõe instalar sistemas de geração renovável em comunidades ribeirinhas, indígenas e quilombolas. O programa terá vigência até o fim de 2022, podendo ser prorrogado enquanto houver comunidades sem acesso a energia na região. O orçamento conjunto de LpT e MLpA na CDE para 2021 é de R\$ 1,1 bi.

ILHA DE LENÇÓIS (MA)

Sistemas Isolados

Na Ilha de Lençóis, localizada no estado do Maranhão, há um sistema de geração híbrida (solar, eólico e diesel) desconectado da rede. A energia gerada é armazenada em baterias de Chumbo-Ácido. O projeto contou com a participação de empresas privadas e universidades, tendo se iniciado na forma de um projeto de pesquisa em 2005 e concluído em 2008. O projeto fez parte do Programa Luz Pra Todos do Governo Federal.



Fotos do sistema instalado na Ilha de Lençóis, MA. Além da geração fotovoltaica exibida no topo, foram instaladas turbinas de geração eólica e um gerador diesel.

FAZENDA EM GOIÁS

Sistemas de Irrigação

No Estado de Goiás foi instalado uma micro-rede para abastecer um sistema de irrigação em uma plantação. O sistema conta com aproximadamente 770 kWp de geração solar e 750 kW de geração a diesel. Para armazenar a geração solar o projeto conta com um banco de baterias de 307,2 kWh de capacidade de armazenamento e 150 kW de potência. A instalação da geração solar aliada ao armazenamento trouxe economia de 60% dos custos com diesel.



Sistema foi instalado em uma Fazenda em Goiás. A união da geração solar, diesel e o armazenamento em baterias trouxe economia na compra de combustível.

P&D CELPE

Micro-redes

Fernando de Noronha é uma ilha brasileira desconectada do SIN. O projeto da CELPE para a ilha desenvolveu um sistema de armazenamento de 510 kWh de capacidade com potência de 280 kW. O sistema solar de 1 MWp instalado é capaz de suprir cerca de 20% de todo o consumo de energia na ilha.



Off-Grid

Sistema de Fernando de Noronha, PE. O sistema de armazenamento está localizado na parte inferior da imagem. Também é possível observar os painéis da usina fotovoltaica do local.

ARMAZENAMENTO ATRÁS DO MEDIDOR

Aplicações possíveis no Brasil

Aplicação	Média e Alta Tensão (Grupo A)	Baixa Tensão (Grupo B)		
		Tarifa Convencional	Tarifa Branca	Tarifa Binômia
Backup	●	●	●	●
Redução do Pico de Demanda	●	✘	✘	●
Gestão do horário de Consumo	●	✘	●	●
GD sem injeção na rede	●	●	●	●

- Nem todas as aplicações podem ser utilizadas por todos os tipos de consumidores. Ressalta-se, porém, que um sistema pode prestar mais de um serviço ao mesmo tempo, ampliando seu retorno financeiro. A Tabela ao lado apresenta, por grupo tarifário, algumas aplicações que podem ser utilizadas a fim de beneficiar o consumidor.

● Somente se a componente volumétrica for horária

REDUÇÃO DE CONSUMO NO HORÁRIO DE PONTA

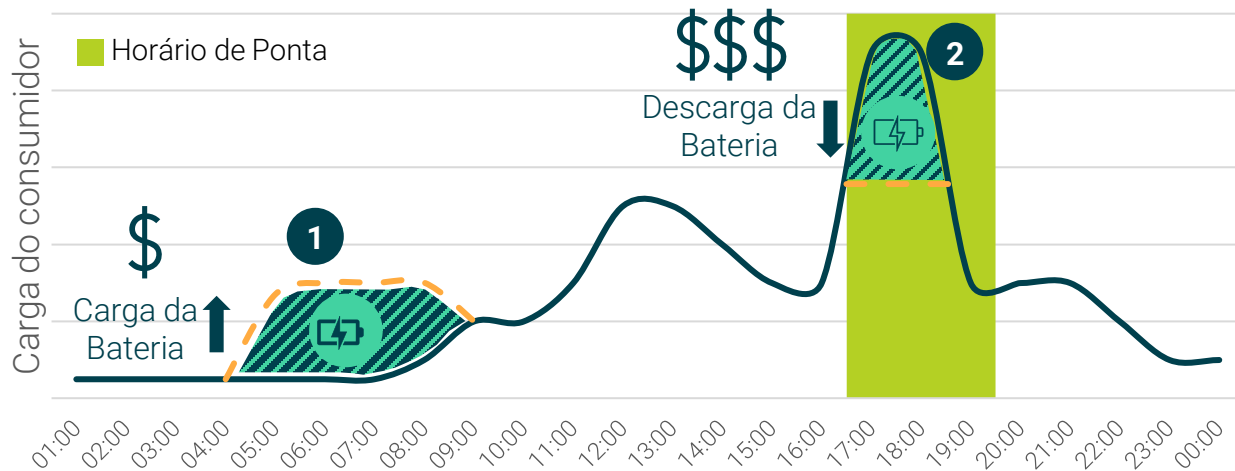
Aplicações no Brasil

- A redução de consumo de energia no Horário de Ponta está entre as aplicações de **maior atratividade**. Algumas distribuidoras de energia possuem uma diferença entre o preço da energia na **Ponta** e na **Fora Ponta** muito elevada. Quanto maior essa diferença, maior a economia que se pode obter. Consumidores com baixa capacidade de gestão da carga podem armazenar energia no horário fora de ponta, quando está mais barata, e consumir no horário de ponta, quando está mais cara.

1 No horário fora de ponta, durante o período **de 4h às 9h**, as baterias são carregadas.

2 Durante o período de ponta, das **17h às 20h**, descarrega-se as baterias em vez de comprar da rede.

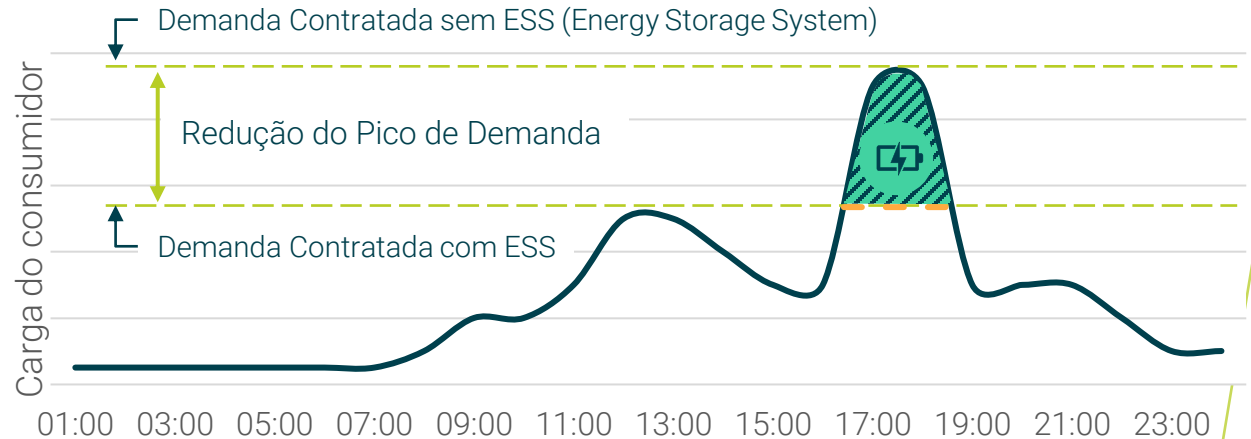
- A linha contínua azul apresenta a curva de carga sem armazenamento, enquanto a linha pontilhada laranja apresenta a nova curva.



REDUÇÃO DA DEMANDA CONTRATADA

Aplicações no Brasil

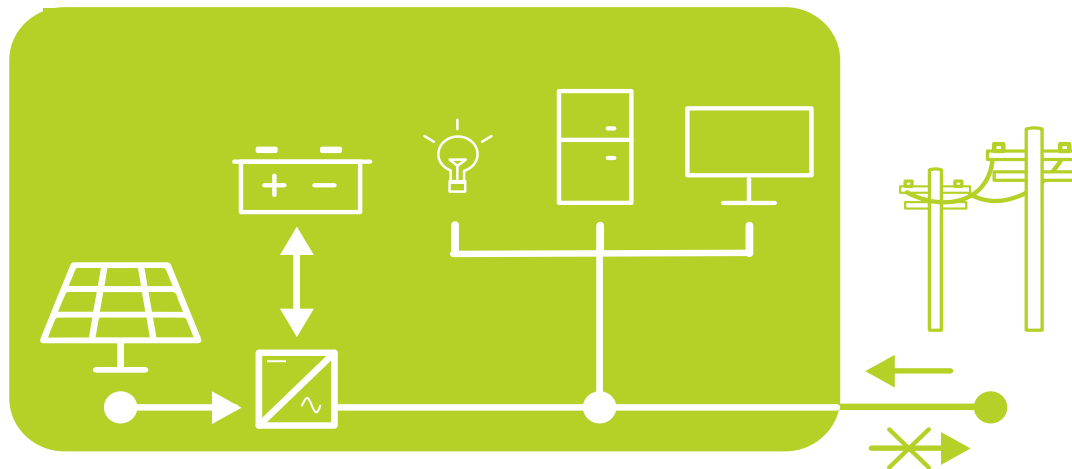
- A redução da Demanda Contratada (também chamada de 'Peak Shaving' pode trazer economias significativas aos consumidores com curtos intervalos de pico de carga. Esses curtos intervalos podem ser atendidos pelo sistema de armazenamento, de modo a permitir **reduções na conta de energia**. Essa modalidade não é atrativa para consumidores com picos duradouros, ou com demanda média próxima à contratada (fator de carga elevado). Consumidores que frequentemente são **multados por ultrapassagem da demanda** também podem ser beneficiados. Quanto maior a tarifa de demanda maior a atratividade de sistema de armazenamento para essa aplicação.
- A área verde corresponde à energia fornecida pelas baterias. As baterias podem ser carregadas em outro horário com baixa demanda. A linha pontilhada verde mostra a curva de carga no período de maior consumo após o uso do sistema de armazenamento.



GERAÇÃO DISTRIBUÍDA SEM INJEÇÃO NA REDE

Aplicações no Brasil

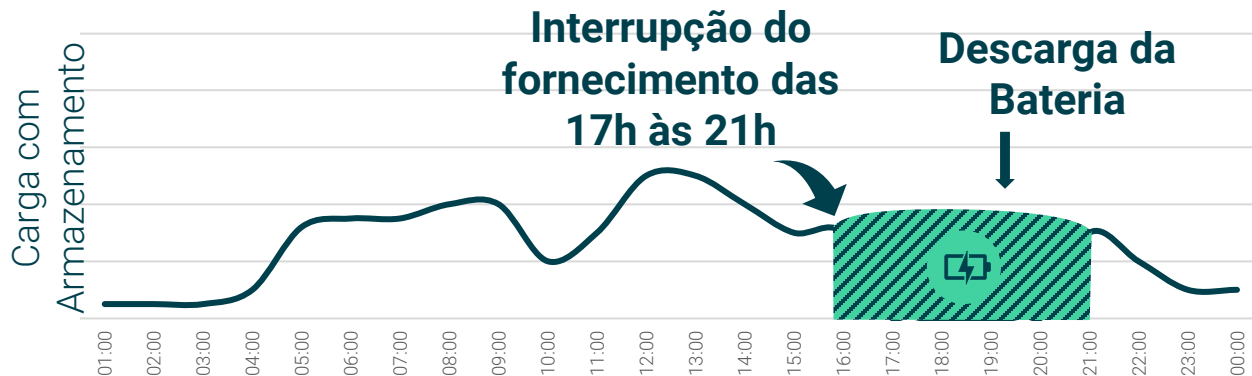
- Reduzir a injeção da energia na rede pode ser uma alternativa para usuários que tenham perdas elevadas na compensação dos créditos. Atualmente a regulação da Geração Distribuída não viabiliza esse modelo mas, em cenários de redução da parcela compensável (Alternativas 1 a 5 da ANEEL), essa modalidade pode se tornar atrativa.
- A figura ao lado apresenta uma topologia **híbrida** de um gerador fotovoltaico com armazenamento de energia. A energia excedente que o sistema gera é armazenada nas baterias para uso posterior. Dessa forma reduz-se a necessidade de injeção da energia.



BACKUP DE ENERGIA


Aplicações no Brasil

- Em muitas regiões no Brasil consumidores sofrem com elevado índice de interrupções de energia.
- Além das interrupções existe uma elevada incidência de oscilações de rede que não são contabilizados na estatísticas oficiais.
- Existe uma demanda por melhoria de serviços. Embora esta demanda por si só não possa justificar o investimento em um sistema de armazenamento, ela certamente ajudará a viabilizá-lo.
- Os consumidores de energia elétrica no Brasil ficam, em média, **14 horas** por ano sem o fornecimento de energia elétrica.
- Em algumas distribuidoras essa média pode triplicar.

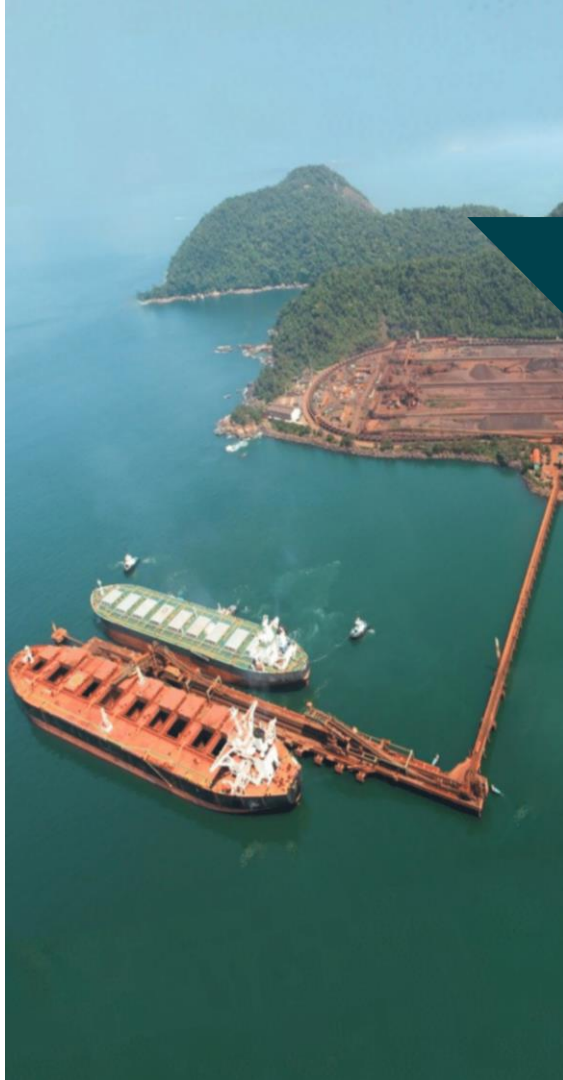


PROJETO VALE

Maior sistema de Armazenamento no Brasil



A VALE irá instalar um sistema de armazenamento de energia utilizando baterias de íon de lítio. A capacidade total do sistema é de 10 MWh e servirá para reduzir os custos da empresa com energia no horário de ponta. O projeto é, atualmente, o maior no país.



O sistema de armazenamento instalado junto à mineradora Vale é o de maior porte já realizado no Brasil.

PROJETO BRASAL REFRIGERANTES S/A 2 em 1

O projeto de Armazenamento de Energia instalado na empresa Brasal Refrigerantes S/A (Brasília, DF) conta com 268,8 kWh de capacidade de armazenamento e 120 kW de potência. O mesmo sistema é capaz de gerenciar o consumo de energia no horário de ponta e reduzir a demanda contratada do consumidor.



Atrás do Medidor

Imagem do sistema de armazenamento da fábrica de refrigerantes.

PROJETO EMPRESARIAL

Gestão do Consumo e Backup

O sistema é instalado na empresa ALDO, localizado em Maringá, e supre a rede da empresa em caso de falha na interrupção. São 414 kWh de capacidade de armazenado em baterias de lítio junto a mais de 300 kWp de geração fotovoltaica. O sistema também faz gestão da demanda contratada, evitando ultrapassagens e multas, e assume o consumo na hora de ponta.



Atrás do Medidor

Sistema Solar + Bateria instalado na empresa Aldo, PR. O sistema garante fornecimento em caso de interrupção e também presta outros serviços ao consumidor.

P&D CEMIG

Redução do Consumo no Horário de Ponta

O projeto da CEMIG na cidade de Uberlândia/MG tem como principal objetivo reduzir o consumo de energia no horário de ponta e é integrado a uma usina de 400 kWp de geração fotovoltaica. São utilizadas duas tecnologias de bateria: íon de lítio com capacidade de armazenamento de 1360 kWh e 1260 kVA, e dois sistemas de chumbo ácido, sendo um de 100 kWh e 75 kVA na tecnologia VRLA e outro com 125 kWh e 100 kVA na tecnologia OPzS.



Atrás do Medidor

Foto do sistema instalado na cidade de Uberlândia, MG. O projeto conta com baterias de íon de lítio e de chumbo ácido.

MERCADO EM FRENTE DO MEDIDOR

Usinas híbridas (Geração + Armazenamento)

- Faria muito sentido já que falta de capacidade de escoamento é um dos principais desafios para novos projetos solares e eólicos de grande porte.
- Facilitaria despacho de fontes altamente competitivas e limpas.
- Sinais econômicos mais adequados poderiam acelerar o desenvolvimento de usinas híbridas

Transmissão e Distribuição

- Estudos para o setor de distribuição brasileiro indicam que armazenamento poderia ser benéfico, para otimizar investimento em subestações e demais instalações de distribuição.
- Atualmente concessionárias não tem incentivo para adotar armazenamento como medida de otimização.
- Requer iniciativa regulatória específica.

Serviços Ancilares

- Comparado com outros países, o Brasil tem elevados índices de interrupções e oscilações de rede.
- No entanto, atual marco regulatório não remunera o uso de sistemas de armazenamento para a prestação de serviços ancilares.
- Também requer iniciativa regulatória específica.

P&D ISA CTEEP

Prestação de Serviços Ancilares

O projeto da ISA CTEEP tem como objetivo estudar o fornecimento de serviços ancilares à rede elétrica com elevada inserção de geração intermitente. O sistema de armazenamento de lítio tem potência de 100 kVA, capacidade de 100 kWh.



Frente do Medidor



Foto do sistema
instalado no Campus de
São Paulo, unidade
Butantã, da USP.

P&D CESP

Geração Híbrida com Armazenamento

O projeto da CESP foi instalado junto à Usina Hidrelétrica de Porto Primavera, na cidade de Rosana/SP, e conta com aproximadamente 510 kWh de capacidade de armazenamento em íon de Lítio, além de um sistema de Hidrogênio. O projeto de pesquisa busca entender rotas tecnológicas para aplicações em larga escala no Brasil.



Frente do Medidor

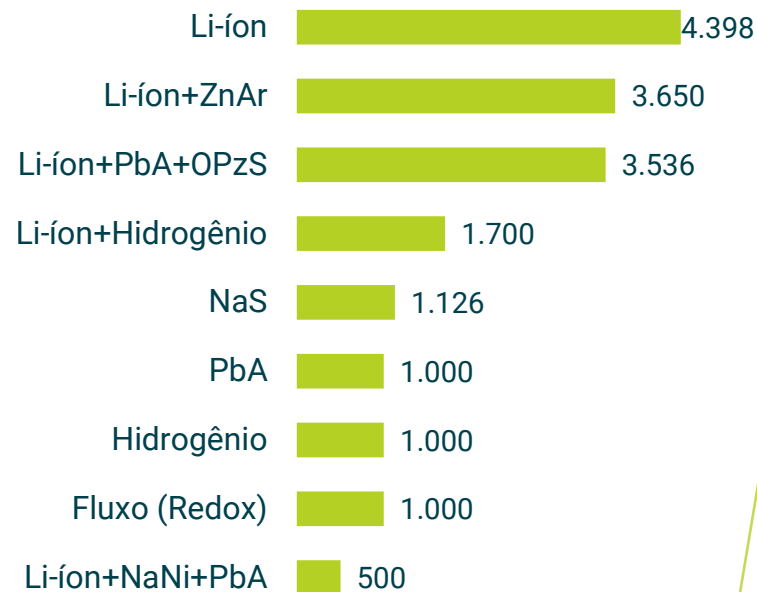
Foto da Usina
Hidrelétrica de Porto Primavera onde o sistema de armazenamento foi instalado.

PROJETOS DE P&D NO BRASIL

R\$ 370 Milhões em Investimentos na Chamada ANEEL 021/2016

- Em 2016 foi lançada a **Chamada de P&D Estratégico ANEEL 21/2016** intitulada **“Arranjos Técnicos e Comerciais para a Inserção de Sistemas de Armazenamento de Energia no Setor Elétrico Brasileiro”**. A Chamada tem como objetivos “a proposição de arranjos técnicos e comerciais para avaliação e inserção de sistemas de armazenamento de energia no setor elétrico brasileiro, de forma integrada e sustentável, buscando também criar condições para o desenvolvimento de base tecnológica e infraestrutura de produção nacional”.
- Cerca de 15 MWh em 23 projetos foram aprovados (2 foram cancelados). Dentre as tecnologias utilizadas destaca-se a **de íon de lítio**. Tecnologias **de chumbo-ácido e hidrogênio** também tiveram relevância. A maior parte dos projetos ainda está em execução, com estimativas de conclusão até 2022.
- Quase **R\$ 370 milhões** em investimentos estão previstos para todos os projetos.

Tecnologias avaliadas (kWh)



DESAFIOS ENFRETTADOS PELOS PROJETOS PIONEIROS

**Conteúdo Exclusivo para
a Versão Premium**

[CLIQUE AQUI](#)

Capítulo 4

| Conquistando a viabilidade econômica

CONTEÚDO DO CAPÍTULO

	Versão Light	Versão Premium
➤ ÁREA DE ANÁLISE – ATRÁS DO MEDIDOR MÉDIA TENSÃO	✓	✓
➤ REDUÇÃO DE CONSUMO NO HORÁRIO DE PONTA	✓	✓
➤ REDUÇÃO DA DEMANDA CONTRATADA	✓	✓
➤ ESTUDO DE CASO – CLIENTE COMERCIAL MÉDIA TENSÃO	✓	✓
➤ ESTUDO DE CASO – PREMISSAS TÉCNICAS	✓	✓
➤ ESTUDO DE CASO – PREMISSAS FINANCEIRAS	✓	✓
➤ ESTUDO DE CASO – O QUE A BATERIA VAI FAZER DE FATO?	✓	✓
➤ ESTUDO DE CASO – LOCALIZAÇÃO DO CONSUMIDOR	✓	✓
➤ ESTUDO DE CASO – RESULTADOS NA EQUATORIAL PA	✓	✓
➤ ESTUDO DE CASO – FLUXO DE CAIXA	✓	✓
➤ E EM OUTRAS DISTRIBUIDORAS?	✓	✓
➤ ATRATIVIDADE FINANCEIRA NAS DISTRIBUIDORAS		✓
➤ PAYBACK NAS DISTRIBUIDORAS		✓

CONTEÚDO DO CAPÍTULO

	Versão Light	Versão Premium
➤ E SE O CAPEX MUDAR?	✓	✓
➤ ATRATIVIDADE FINANCEIRA EM FUNÇÃO DO CAPEX		✓
➤ ATRATIVIDADE NO MERCADO LIVRE		✓
➤ ATRATIVIDADE FINANCEIRA E TAMANHO DE MERCADO		✓
➤ MAPA DE ATRATIVIDADE FINANCEIRA – MÉDIA TENSÃO		✓
➤ MERCADO POTENCIAL – MÉDIA TENSÃO	✓	✓
➤ ÁREA DE ANÁLISE – ATRÁS DO MEDIDOR BAIXA TENSÃO	✓	✓
➤ CONFIABILIDADE É UM PROBLEMA RELEVANTE	✓	✓
➤ REGIÕES COM ELEVADAS HORAS DE INTERRUPÇÃO	✓	✓
➤ FREQUÊNCIA DE INTERRUPÇÕES POR REGIÃO	✓	✓
➤ SISTEMAS HÍBRIDOS: FV + ARMAZENAMENTO	✓	✓
➤ ÁREAS DE ANÁLISE – MICRO SISTEMAS ISOLADOS	✓	✓
➤ SISTEMAS OFF-GRID PEQUENO PORTE	✓	✓

CONTEÚDO DO CAPÍTULO

	Versão Light	Versão Premium
➤ ÁREAS DE ANÁLISE – SISTEMAS ISOLADOS DE GRANDE PORTE	✓	✓
➤ MAPA DE SISTEMAS ISOLADOS	✓	✓
➤ GERAÇÃO DIESEL – SISTEMAS ISOLADOS		✓
➤ VALOR DA GERAÇÃO DIESEL POR EMPREENDIMENTO		✓
➤ CONCEITO DE SISTEMA HÍBRIDO	✓	✓
➤ CUSTO GERAÇÃO DIESEL vs FV + ARMAZENAMENTO		✓
➤ ARMAZENAMENTO PARA SISTEMAS HÍBRIDOS ISOLADOS		✓
➤ SERVIÇOS NÃO CONTEMPLADOS NAS NOSSAS ANÁLISES	✓	✓

ÁREA DE ANÁLISE

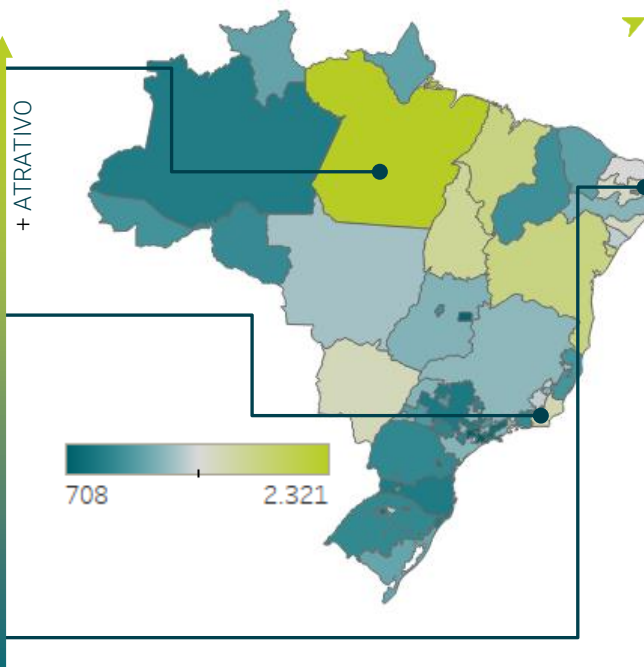
ATRÁS DO MEDIDOR MÉDIA TENSÃO

Média Tensão	
Consumidor Cativo	<ul style="list-style-type: none">➤ Avaliaremos a viabilidade econômica de sistemas de armazenamento para reduzir o consumo durante o horário ponta e a demanda contratada;➤ Apresentaremos as diferenças regionais de viabilidade
Consumidor Livre	<ul style="list-style-type: none">➤ Para consumidores livres avaliaremos a possibilidade de gerar economias em relação à TUSD ponta vs. Fora ponta;

REDUÇÃO DE CONSUMO NO HORÁRIO DE PONTA

Mapa de Atratividade – Média Tensão

Concessionária	UF	$\Delta P\text{-FP}^*$ (R\$/MWh)
Equatorial PA	PA	2.419
Cemar	MA	2.066
Coelba	BA	1.889
Sulgipe	SE	1.846
ENF	RJ	1.825
ETO	TO	1.797
EPB	PB	1.761
Enel RJ	RJ	1.688
EMS	MS	1.646
CEAL	AL	1.618

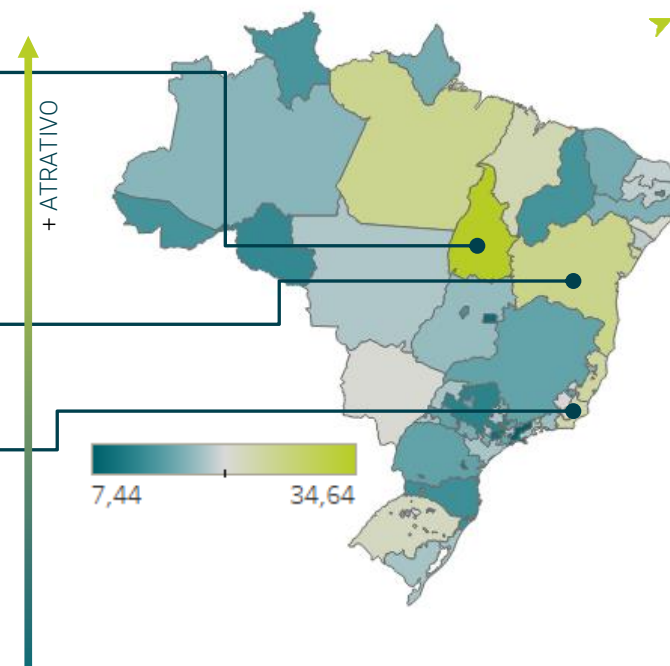


As 10 concessionárias com maior atratividade para redução do consumo de energia no horário de ponta. Quanto maior a diferença, mais atrativo é a aplicação de sistemas de armazenamento. Algumas pequenas permissionárias possuem diferenças superiores ao mostrado, porém, por terem área de cobertura pequena, não aparecem no mapa, que apresenta a média por estado. Observa-se que o Pará apresenta a maior atratividade, em geral, para essa aplicação.

REDUÇÃO DA DEMANDA CONTRATADA

Mapa de Atratividade – Média Tensão

Concessionária	UF	Demanda* (R\$/kW)
ETO	TO	34,64
Equatorial PA	PA	29,75
Cemar	MA	27,08
EDP ES	ES	26,95
Coelba	BA	26,76
Sulgipe	SE	25,11
Enel RJ	RJ	24,33
EPB	PB	23,53
RGE	RS	22,87
CEAL	AL	22,19



➤ Para a aplicação de Redução de Demanda Contratada, quanto maior a tarifa de Demanda, maior a atratividade. A tabela apresenta o valor de demanda (sem impostos) das 10 concessionárias mais caras. Observa-se que, em geral, os estados do Tocantins, Bahia, Pará e Rio de Janeiro possuem tarifa de demanda mais elevada.

ESTUDO DE CASO – CLIENTE COMERCIAL MÉDIA TENSÃO

Premissas para a simulação de Retorno de Investimento

- Para orientar os leitores quanto a **atratividade** de um investimento em sistemas de armazenamento, realizamos simulações, apresentando o **desempenho financeiro**, segundo nossos modelos e premissas.
- O perfil simulado consiste em um consumidor comercial de grande porte, que utiliza o armazenamento para reduzir o consumo no horário de ponta e parte da demanda contratada.
- Os resultados podem mudar conforme o **projeto**, o **perfil de consumo**, as **condições de operação**, entre outros fatores. A intenção com essa análise é fornecer diretrizes de viabilidade de um sistema de armazenamento.

Tipo de consumidor	Comercial
Porte do sistema	500 kWh/500 kW
Ambiente de Comercialização	Mercado Cativo
Grupo tarifário	A4 Verde

ESTUDO DE CASO – PREMISSAS TÉCNICAS

Premissas para a simulação de Retorno de Investimento

- A Tabela apresenta as premissas técnicas utilizadas na modelagem da atratividade do sistema de armazenamento. Os valores foram obtidos através de pesquisa bibliográfica e coleta de informações com fornecedores de equipamentos.
- Os valores podem mudar conforme o fornecedor e **não devem ser tratados como referência para todos os projetos.**

Tecnologia da Bateria	Íon de Lítio
D.o.D.	92,5%
Vida Útil	15 anos
Degradação (1º ano/demais anos)	3,0% a.a. / 0,5% a.a.
<i>Roundtrip Efficiency</i>	87,5%
Nº acionamentos	5 x semana

ESTUDO DE CASO – PREMISSAS FINANCEIRAS

Premissas para a simulação de Retorno de Investimento

- Para o estudo de caso foi considerado custos mensais de operação do sistema, além de troca do inversor (RE-CAPEX) no 10º ano de vida útil do sistema.
- Tarifas e O&M foram reajustados anualmente a uma taxa de 3,5%.
- A taxa de desconto no cálculo do VPL foi de 6%.

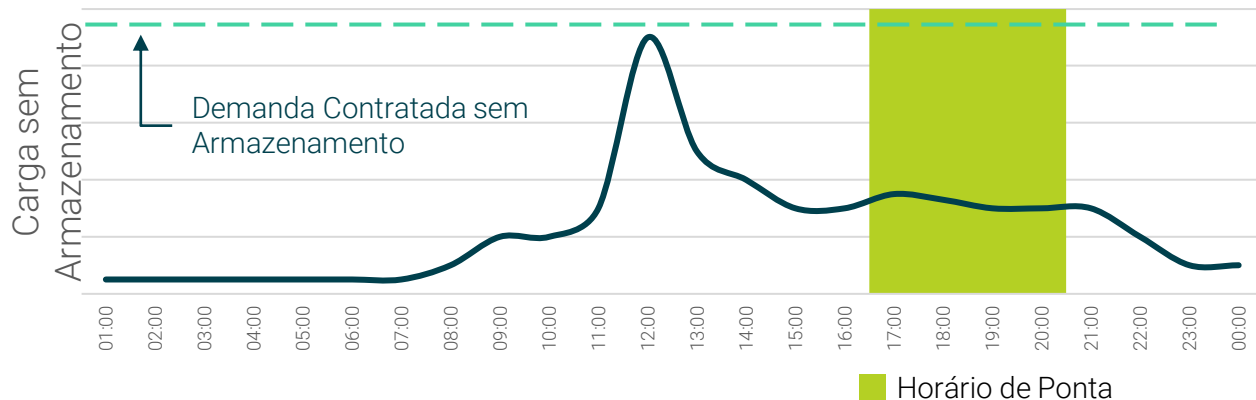
Custos	
CAPEX	R\$ 4,00 /Wh
	R\$ 2 milhões
OPEX	0,5% CAPEX a.a.
	R\$ 10.000,00 (1º ano)
RE-CAPEX (10º ano)	R\$ 300.000 (15% CAPEX)

Variáveis Econômicas	
Reajuste tarifário e Inflação	3,5%
Taxa de Desconto	6% (SELIC + 4%)

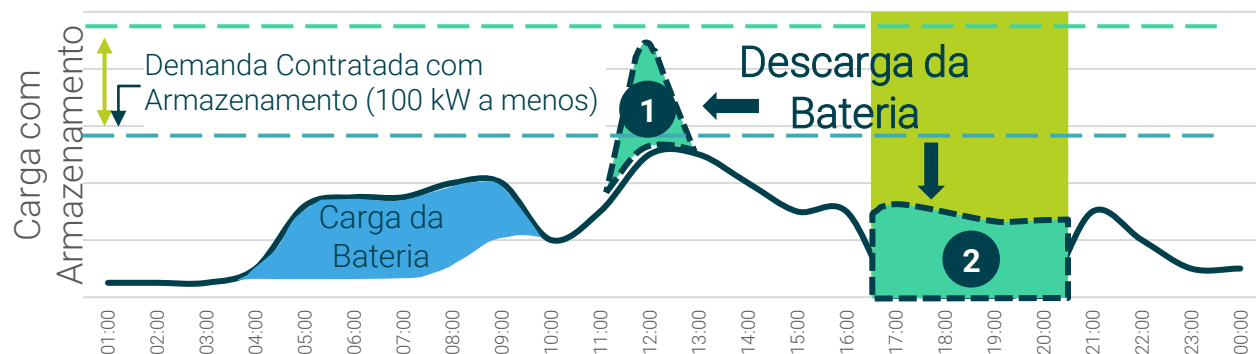
ESTUDO DE CASO – O QUE A BATERIA VAI FAZER DE FATO?

Premissas para a simulação de Retorno de Investimento

1 Redução de Demanda Contratada.



2 Redução de consumo durante o Horário de Ponta



ESTUDO DE CASO – LOCALIZAÇÃO DO CONSUMIDOR

Premissas para a simulação de Retorno de Investimento

- A Equatorial PA (antiga CELPA) é uma distribuidora de energia com elevada atratividade para sistemas de armazenamento ([Slide 56](#)).
- Simulamos com mais detalhes o desempenho financeiro em um consumidor nessa distribuidora para exemplificar o benefícios que o sistema pode oferecer.



Tarifa (com impostos)	
Ponta (R\$ /MWh)	3.754,37
Fora Ponta (R\$ /MWh)	438,06
Demanda (R\$ /kW)	37,66

ESTUDO DE CASO – RESULTADOS NA EQUATORIAL PA

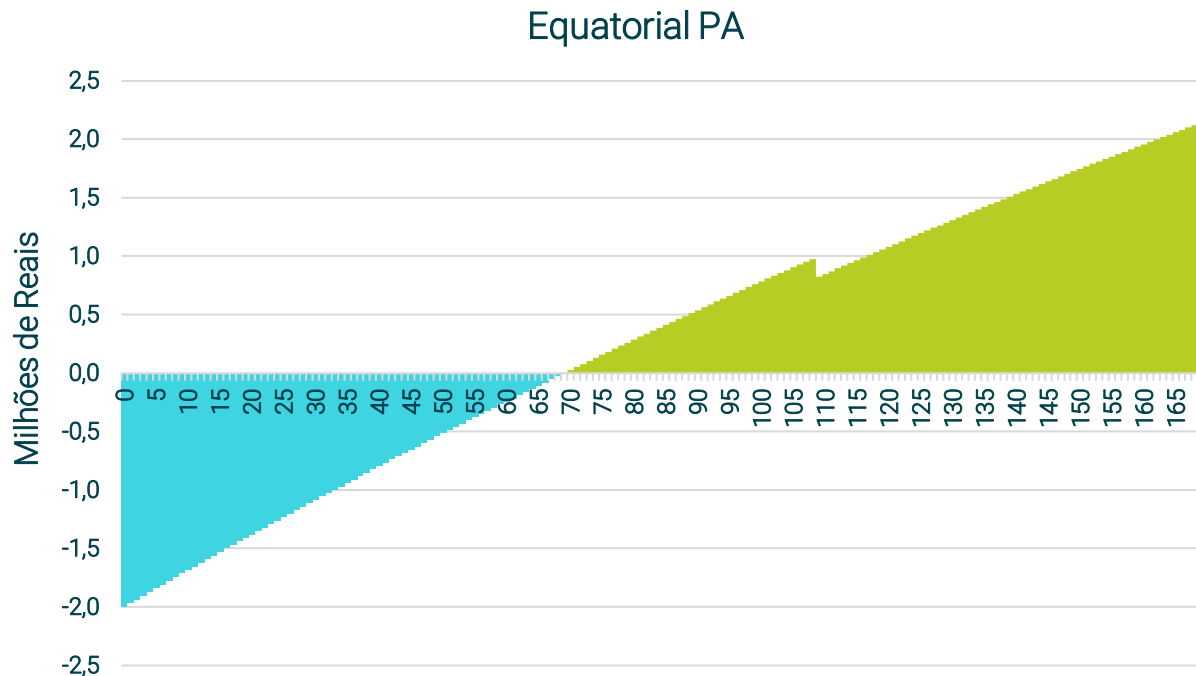
Indicadores financeiros

Indicador	Resultado
Economia anual – deslocamento de carga	R\$ 356.965
Economia anual – redução de demanda contratada	R\$ 44.564
TIR – nominal	21,4%
VPL	R\$ 2.129.709
ROI	20,6%
Relação Custo – Benefício	1,99
Payback Simples (anos)	4,9
Payback Descontado (anos)	5,8

Devido à alta diferença entre as tarifas de Ponta e Fora Ponta na Equatorial PA, a simulação para essa distribuidora apresentou uma TIR atrativa.

ESTUDO DE CASO – RESULTADOS NA EQUATORIAL PA

Fluxo de Caixa



- ▶ Por volta do 70º mês (menos de 6 anos) o fluxo de caixa acumulado do sistema se torna positivo. A partir daí o sistema opera, segundo nossas modelagens, por mais 100 meses gerando economias ao consumidor.

E EM OUTRAS DISTRIBUIDORAS?

Análise de Sensibilidade

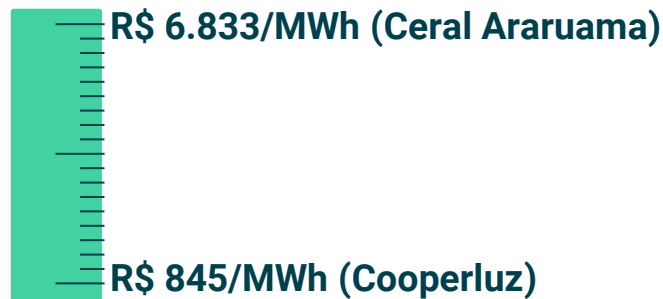
Ponta e Fora Ponta

O desempenho financeiro do sistema simulado foi analisado para 99 distribuidoras brasileiras, levando em conta seus valores tarifários.

A diferença entre a Ponta e a Fora Ponta (delta tarifário) vai de:

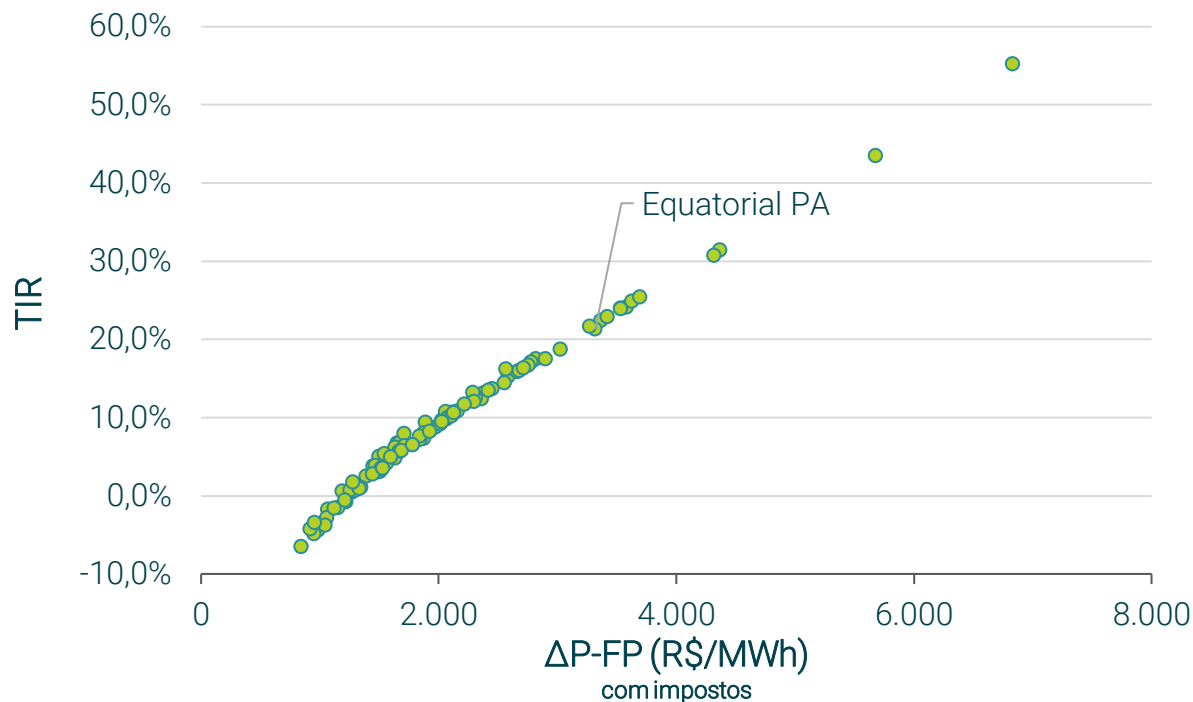
- **R\$ 844,61/MWh a R\$ 6.833,40/MWh**
(com impostos)

Variação de sensibilidade



ATRATIVIDADE FINANCEIRA NAS DISTRIBUIDORAS

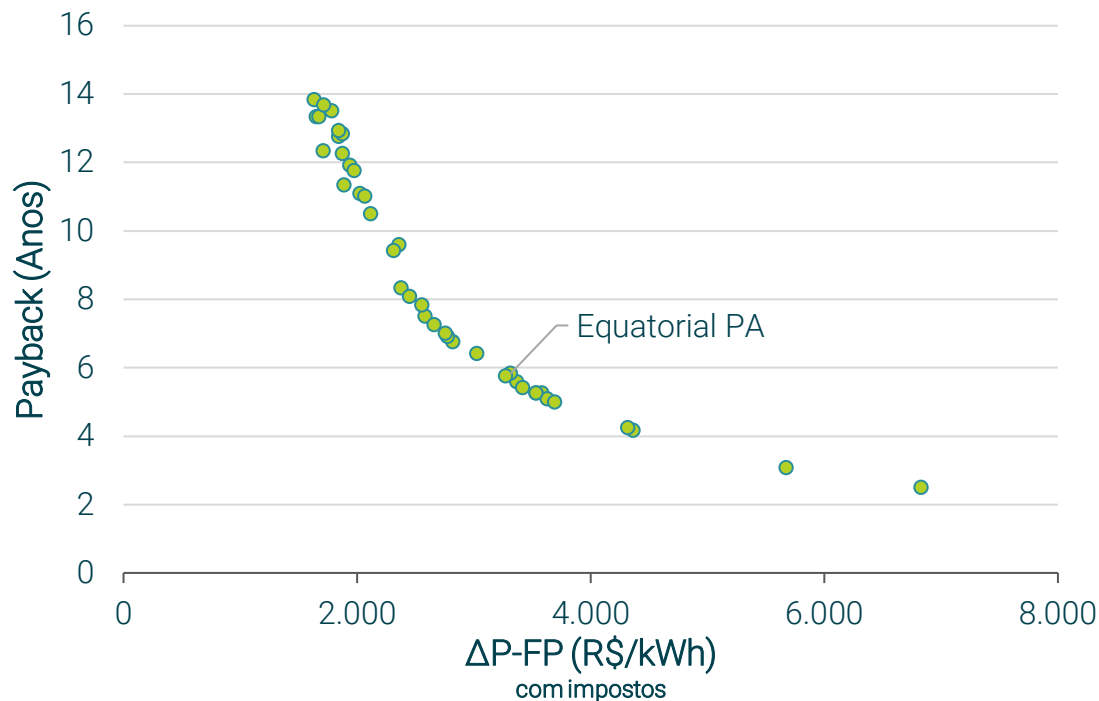
Deltas tarifários vs Rentabilidade



- Considerando um CAPEX de R\$ **4,00/Wh** e **sem financiamento**, um volume significativo de regiões apresentam retornos superiores a **10%**, sobretudo em distribuidoras com diferença entre Ponta e Fora Ponta superior a **R\$ 2.000/MWh**, como é o caso da Enel RJ, Energisa TO e Equatorial PA.

PAYBACK NAS DISTRIBUIDORAS

Deltas tarifários vs *Payback*



- Para diferenças entre o valor de ponta e fora de ponta acima de **R\$ 2.000/MWh**, o sistema passa a ter *payback* inferior a **10 anos**. Na faixa de **R\$ 3.000/MWh**, esse valor cai para cerca de **6 anos**. Nas poucas localidades acima de **R\$ 4.000**, o *payback* cai para menos de **4 anos**, se mostrando um investimento altamente atrativo.

E SE O CAPEX MUDAR?

Análise de Sensibilidade para outros CAPEX

Ponta e Fora Ponta

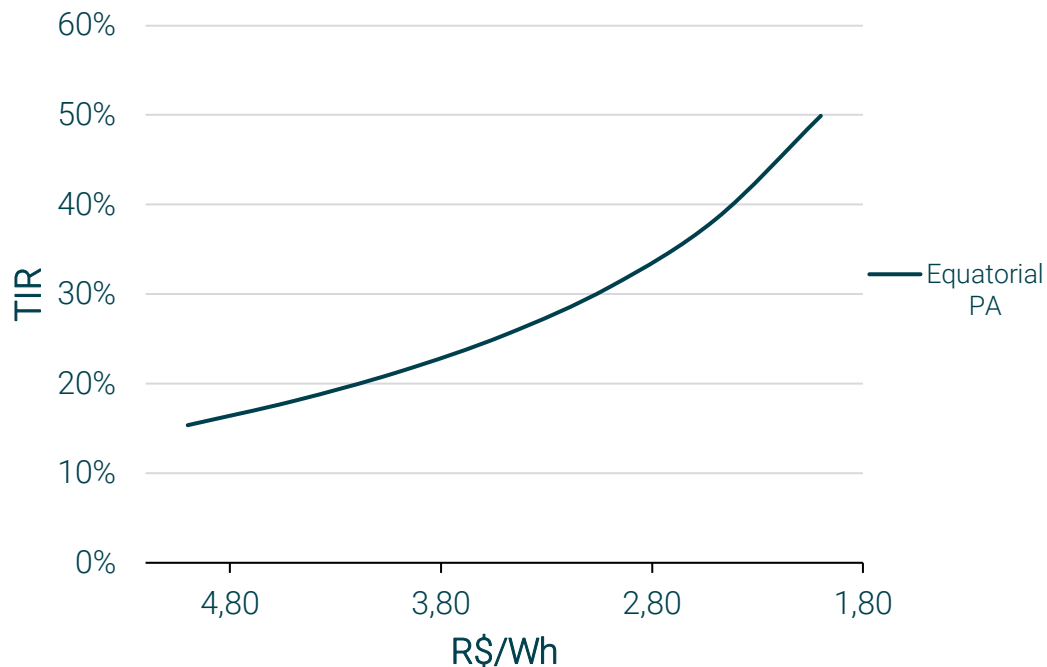
Analizamos o impacto na atratividade para valores de CAPEX abaixo e acima do valor de referência obtido com fornecedores e utilizado na primeira modelagem. O valor analisado variou de **R\$ 2,50/Wh** até **R\$ 5,00/Wh**.

Varição de sensibilidade



ATRATIVIDADE FINANCEIRA EM FUNÇÃO DO CAPEX

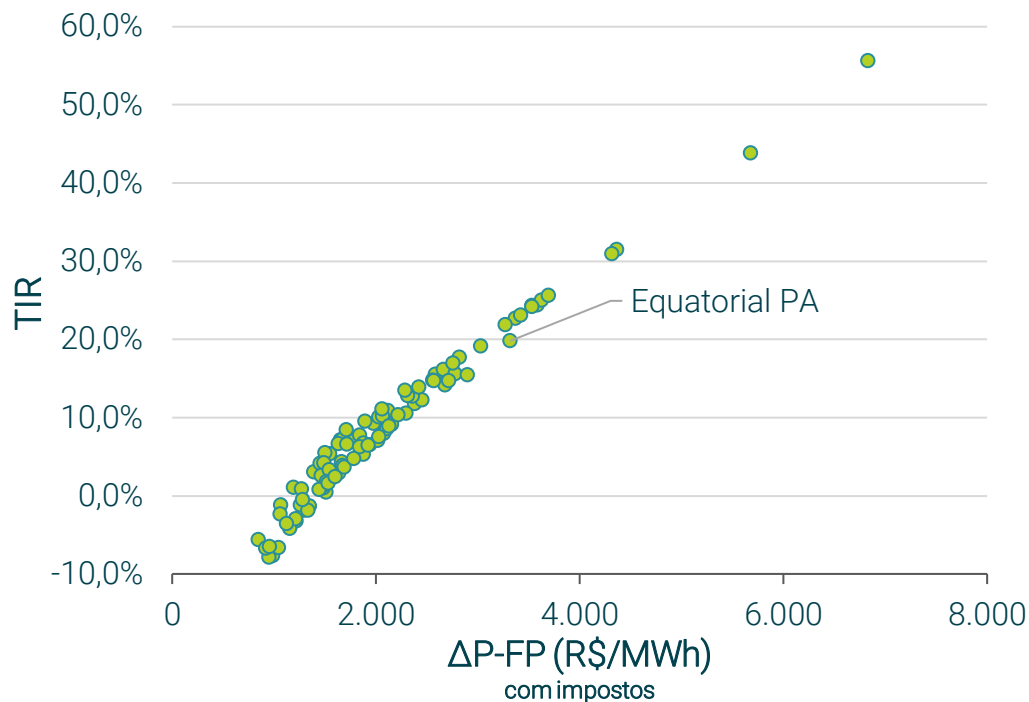
Com CAPEX a R\$ 2,80/Wh, TIR na Equatorial PA fica acima de 30%



- Para distribuidoras com baixa diferença entre ponta e fora ponta, como é o caso da **Enel SP**, ainda é necessário uma redução significativa nos custos para viabilizar o uso do sistema nas condições simuladas.
- A simulação ao lado utiliza as mesmas aplicações de redução do consumo na ponta e da demanda contratada.

ATRATIVIDADE NO MERCADO LIVRE

Consumidores de Fontes Convencionais

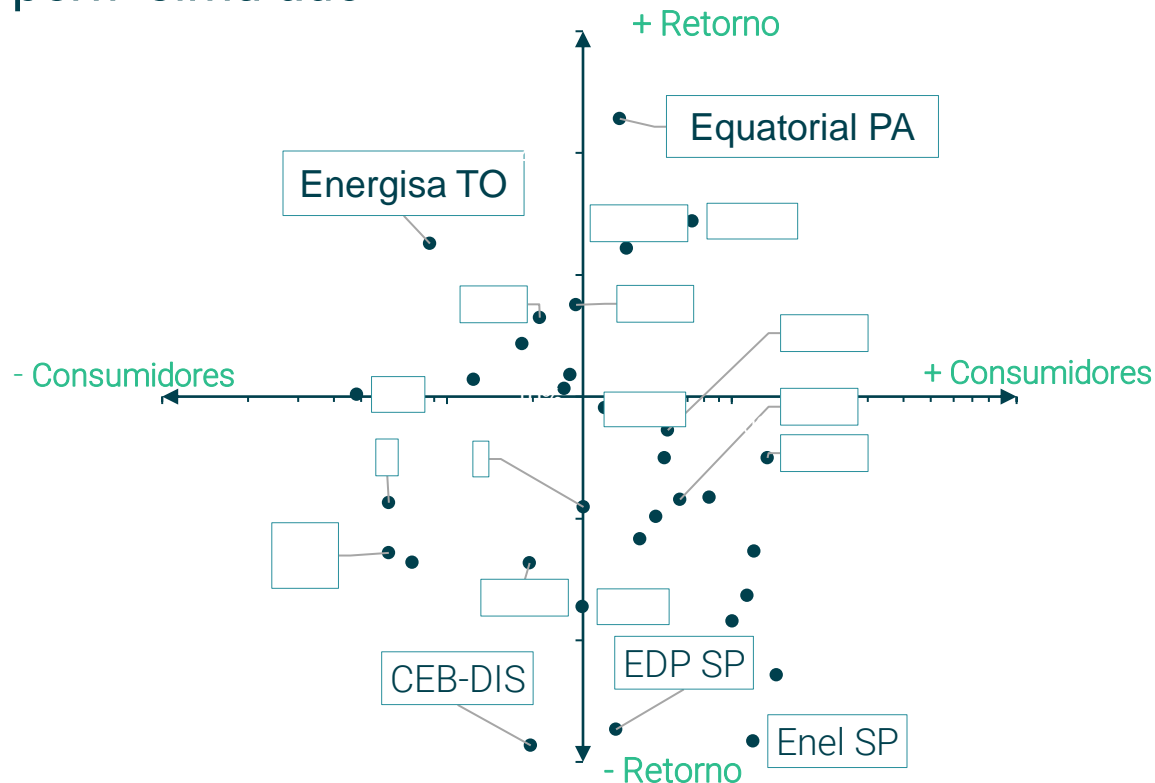


- Sistema com as mesmas características do simulado para consumidor cativo.
- Apenas diferença Ponta e Fora Ponta na TUSD foi contabilizado.
- Consumidores de energia incentivada possuem desconto na TUSD, o que pode reduzir a atratividade do uso de armazenamento para essa finalidade.
- MP 998 prevê a eliminação desse desconto para os novos empreendimentos de geração.

ATRATIVIDADE FINANCEIRA E TAMANHO DE MERCADO

Condição 2020 conforme perfil simulado

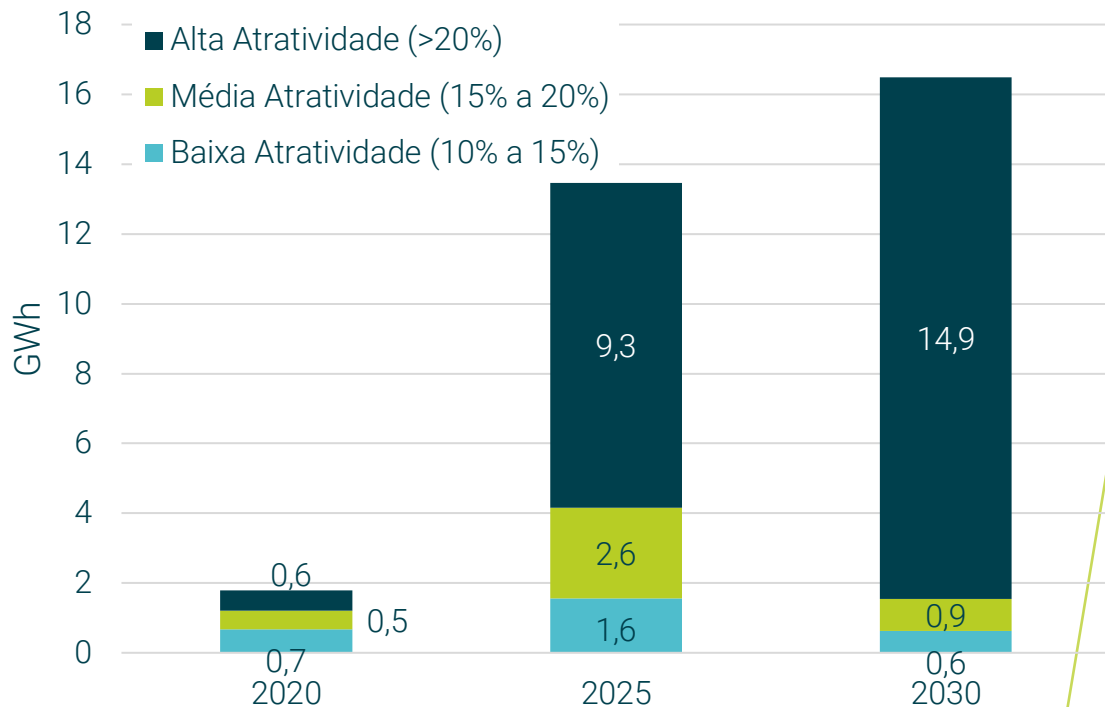
- O diagrama TIR (eixo vertical) *versus* o número de consumidores tarifados na A4 verde. Quanto mais à direita e acima mais atrativo é o mercado nessa localidade.
- Ao longo da década, a tendência dos pontos é de caminhar para cima e para direita, provocado por redução de Capex, aumento de tarifas e número de unidades consumidores.



MERCADO POTENCIAL – MÉDIA TENSÃO

Aplicações atrás do medidor em função da atratividade

- A estimativa do mercado potencial corresponde à capacidade de armazenamento apta a gerar retorno financeiro (TIR) acima de 10%. Apesar disso, **apenas uma parcela** desse valor será efetivamente convertido.
- Em 2020, cerca de 1.000 consumidores comerciais e industriais já poderiam contar com elevado retorno financeiro caso instalassem um sistema de armazenamento. Em 2025 esse número será de 21.000.
- O principal driver é a redução dos custos dos sistemas de armazenamento.



ÁREA DE ANÁLISE

ATRÁS DO MEDIDOR BAIXA TENSÃO

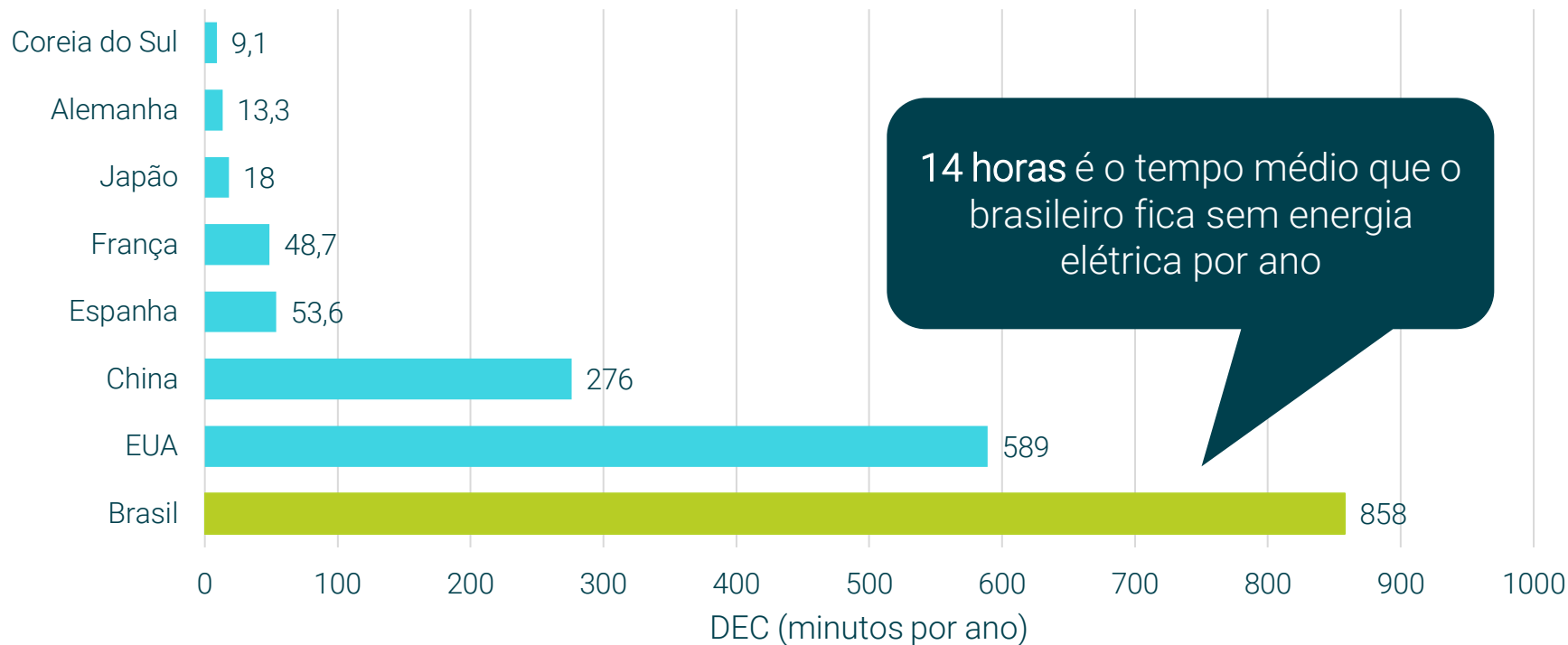
Baixa Tensão

Benefícios

- Analisaremos os benefícios de sistemas híbridos de pequeno porte (microgeração FV + armazenamento) para melhorar a confiabilidade de fornecimento de energia para consumidores afetados por frequentes falhas de atendimento;

CONFIABILIDADE É UM PROBLEMA RELEVANTE NO BRASIL

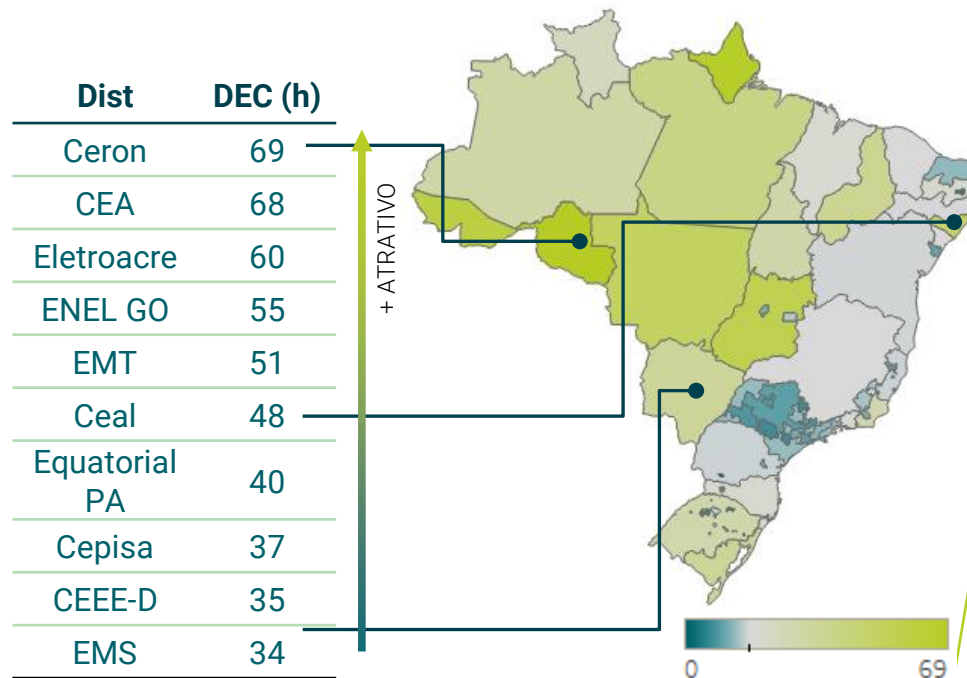
Falhas de rede no Brasil em comparação com outros países



REGIÕES COM ELEVADAS HORAS DE INTERRUPÇÕES

Mapa de Duração de Interrupção nas várias Distribuidoras

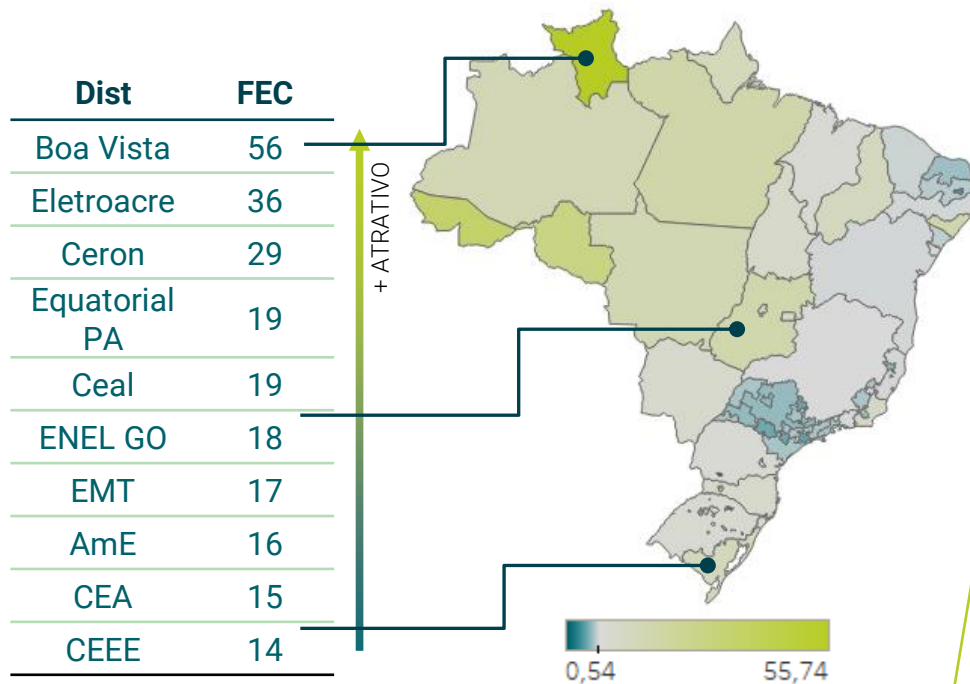
- Um dos indicadores da atratividade do uso de sistemas de armazenamento para fins de backup corresponde à **Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora (DEC)**. O **DEC** corresponde à quantidade de **horas** que, em média, cada unidade consumidora ficou **sem o fornecimento de energia da rede**. O mapa ao lado apresenta a média do DEC para cada distribuidora durante o ano de 2019. Vemos que as regiões **CO** e **N** possuem maiores indicadores de DEC, demonstrando uma tendência de maior necessidade, por parte dos consumidores, de sistemas de armazenamento para **backup** de energia. Os estados do Amapá e Rondônia apresentam os maiores valores, com mais de **68 horas** de interrupção do fornecimento nos estados.



FREQUÊNCIA DE INTERRUPÇÕES POR REGIÃO

Mapa de Frequência de Interrupção nas várias Distribuidoras

- Outro indicador, da atratividade para o sistemas de backup é a (FEC). O **Frequência Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora FEC** corresponde à quantidade de vezes que, em média, cada unidade consumidora ficou **sem o fornecimento de energia da rede**. O mapa ao lado apresenta a média do FEC para cada distribuidora durante o ano de 2019. Vemos que a região **N** também se destaca com relação aos piores indicadores, demonstrando maior necessidade, por parte dos consumidores, de sistemas de backup de energia. O estado de Roraima se destacou como o pior indicador, tendo os consumidores ficado, em média, **56 vezes** sem energia ao longo de 2019.



SISTEMAS HÍBRIDOS: FV + ARMAZENAMENTO

Redução de custos com confiabilidade

- Dentro do mercado de GD fotovoltaica, já existem sistemas projetos híbridos onde a funcionalidade de backup foi integrada à unidade geradora.
- Com a redução dos custos das baterias e ampliação do uso de sistemas solares com inversores híbridos, esse novo mercado deverá crescer ao longo da década de 2020.
- Consumidores com elevado risco de falta de energia deverão formar os principais adotantes inicialmente. Exemplos:
 - Mercados com alimentos em refrigeração
 - Postos de saúde com medicamentos em refrigeração
 - Empresas

O desenvolvimento de normas técnicas para inversores híbridos ainda é um gargalo para esta aplicação.

ÁREA DE ANÁLISE

MICRO SISTEMAS ISOLADOS

Micro sistemas isolados

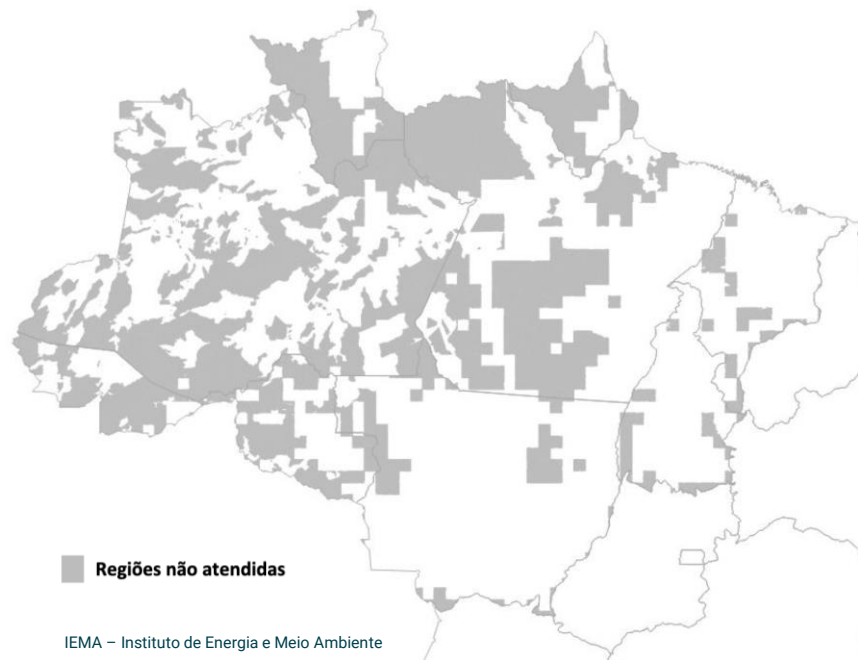
- Mais de 1 milhão de pessoas na região Amazônica ainda não tem acesso à energia elétrica. Apresentaremos as regiões isoladas na região Norte, bem como os drivers para o desenvolvimento deste mercado
- Categoria inclui os sistemas de uso individual e coletivo de pequeno porte

SISTEMAS OFF GRID PEQUENO PORTE

Fontes renováveis com armazenamento

- Relevante número de pessoas ainda sem acesso a energia no Brasil.
- Segundo IEMA, em torno de 1 Milhão de pessoas sem energia na região Amazônica.
- Os programas de universalização de acesso a energia - Luz para todos e Mais Luz para a Amazônia serão importantes drivers para impulso da geração renovável off-grid.
- O Mercado de reposição de equipamentos (baterias/inversores) representará importante parcela do faturamento no setor.
- Os serviços - especialmente a mão de obra de instalação, representam parcela importante do faturamento do setor, dado as condições desafiadoras para o acesso às localidades remotas.
- As soluções energéticas FV + Armazenamento serão fundamentais para o desenvolvimento do conceito da bioeconomia na região Amazônica.

Região Amazônia sem acesso a energia elétrica



ÁREA DE ANÁLISE

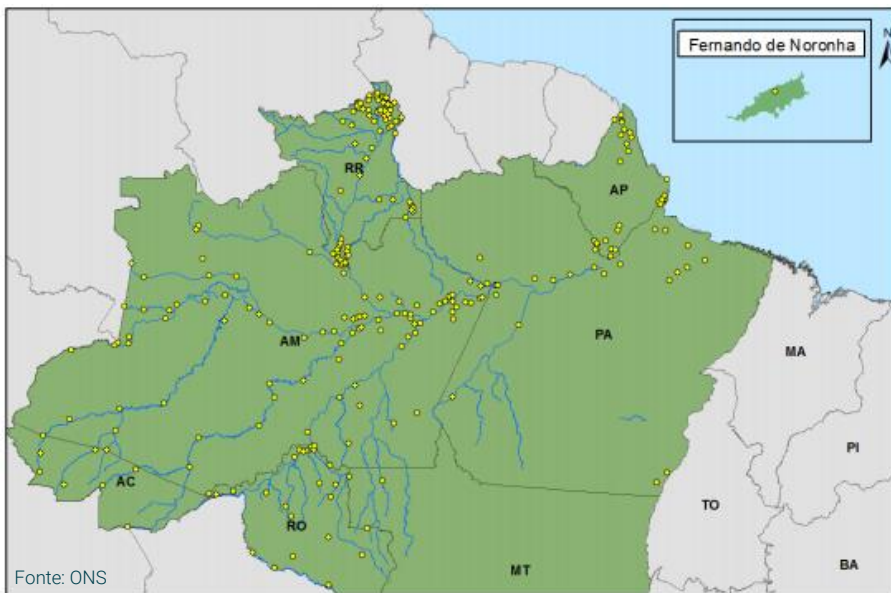
SISTEMAS ISOLADOS DE GRANDE PORTE

Micro sistemas isolados

- A região Norte possui aproximadamente 1,5 GW de geradores Diesel atendendo municípios e consumidores de grande porte. Avaliaremos o potencial de sistemas híbridos de médio e grande porte de reduzir o consumo de óleo Diesel e as emissões de CO₂;

MAPA DE SISTEMAS ISOLADOS

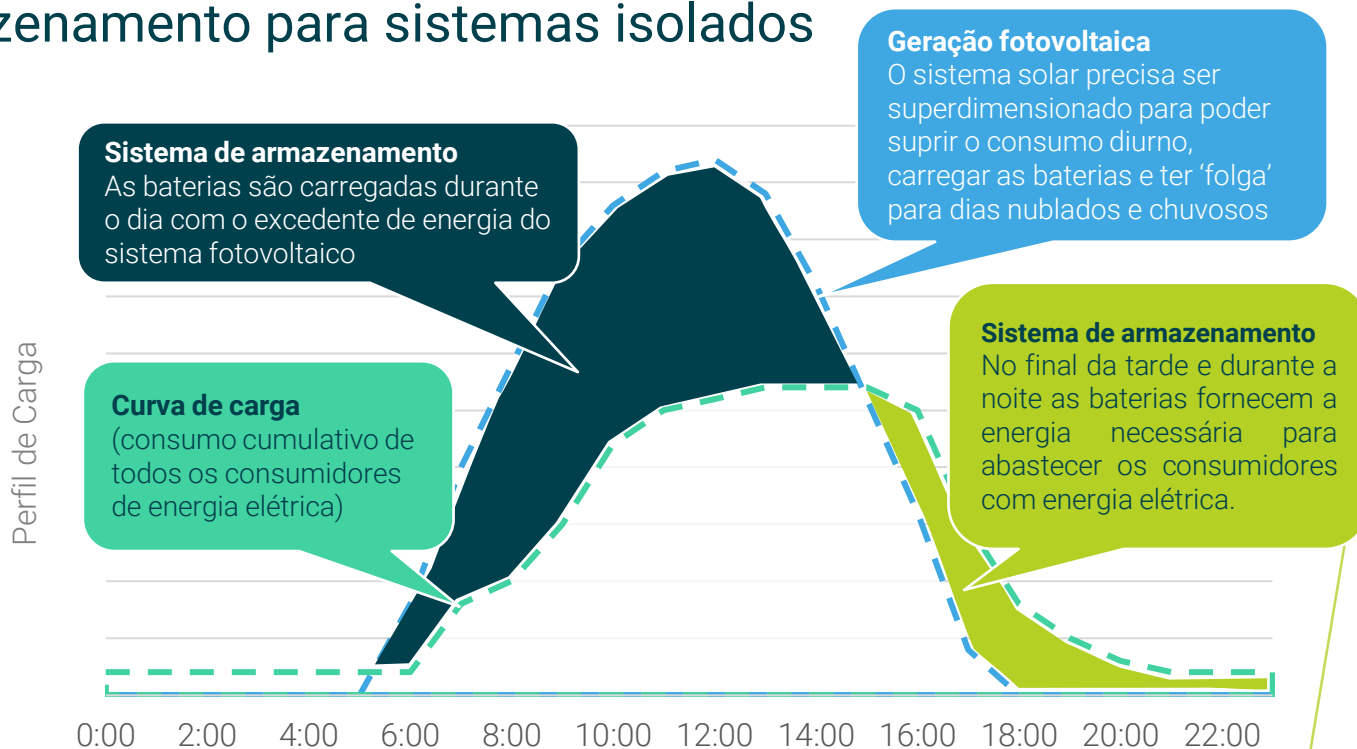
- O país ainda possui um grande número de consumidores que estão sendo atendidos via sistemas isolados. Segundo a EPE (2019), são 271 localidades nessa condições, totalizando mais de 3 milhões de pessoas.
- 97% da potência instalada destes sistemas isolados é de usinas a óleo diesel, cujo combustível subsidiado via a CCC (Conta de Consumo de Combustível). Em 2018 o custo foi da ordem de **R\$ 6,2 bi**.
- Sistemas de armazenamento com baterias contribuirão para a inserção de fontes renováveis reduzindo custos com combustível, provendo uma fonte mais limpa e eficiente.



CONCEITO DE UM SISTEMA HÍBRIDO

Diesel + FV + Armazenamento para sistemas isolados

- A geração diesel pode aumentar a confiabilidade e a autonomia de sistemas isolados abastecidos por fontes intermitentes (solar FV, eólico etc);
- Nesta situação, o sistema de armazenamento preenche um papel fundamental, compensando o descasamento entre a curva de carga (consumo) e a curva de geração de energia;



SERVIÇOS NÃO CONTEMPLADOS NAS NOSSAS ANÁLISES

Em frente do medidor

- Serviços ancilares: otimização de tensão e frequência da rede elétrica;
- Usinas híbridas (facilitar a conexão à rede e/ou despacho de usinas solares e eólicas);
- Otimização de redes de transmissão e distribuição;
- Armazenamento Sazonal

Atrás do medidor

- Trading de energia / do PLD horário;
 - Adequação de Fator de Potência (Qualidade da Energia)
 - Serviços Ancilares
-

Adquira a Versão Premium!

Alguns conteúdos premium deste capítulo:

- Atratividade Financeira nas Distribuidoras
- Payback nas Distribuidoras
- Atratividade Financeira em função do CAPEX
- Atratividade no Mercado Livre
- Atratividade Financeira e Tamanho de Mercado
- Quando ficará atrativo?
- Geração Diesel – Sistemas Isolados
- Custo da Geração Diesel por localidades
- Geração Híbrida pode complementar Diesel
- Armazenamento para Sistemas Isolados

[CLIQUE AQUI](#)

MAPA DE ATRATIVIDADE FINANCEIRA – MÉDIA TENSÃO
Taxa Interna de Retorno (TIR)

SERVIÇOS ANCILARES EM FRENTE DO MEDIDOR

PREVISÃO DO MERCADO DE ARMAZENAMENTO DE ENERGIA
Aplicações Atrás do Medidor + Off-Grid

Capítulo 5

Quantificando o potencial do mercado de armazenamento, hoje e no futuro

CONTEÚDO DO CAPÍTULO

	Versão Light	Versão Premium
➤ PREVISÃO DO MERCADO DE ARMAZENAMENTO DE ENERGIA		✓
➤ PREVISÃO DE INVESTIMENTO EM ARMAZENAMENTO		✓
➤ O QUE IMPULSIONA OS MERCADOS? BAIXA TENSÃO (FV + ARMAZENAMENTO)		✓
➤ O QUE IMPULSIONA OS MERCADOS? MÉDIA TENSÃO (CATIVO + LIVRE)		✓
➤ O QUE IMPULSIONA OS MERCADOS? OFF-GRID (PEQUENO PORTE)		✓
➤ O QUE IMPULSIONA OS MERCADOS? OFF-GRID (GRANDE PORTE)		✓
➤ ESTRUTURA DE CUSTO – SISTEMA FV + ARMAZENAMENTO	✓	✓
➤ ESTRUTURA DE CUSTO – SISTEMA DE ARMAZENAMENTO	✓	✓
➤ MATRIZ DE RISCOS E OPORTUNIDADES	✓	✓
➤ RISCOS E OPORTUNIDADES ECONÔMICAS		✓
➤ RISCOS E OPORTUNIDADES TÉCNICOS (I)		✓
➤ RISCOS E OPORTUNIDADES TÉCNICOS (II)		✓
➤ RISCOS E OPORTUNIDADES REGULATÓRIAS		✓

PREVISÃO DO MERCADO DE ARMAZENAMENTO DE ENERGIA

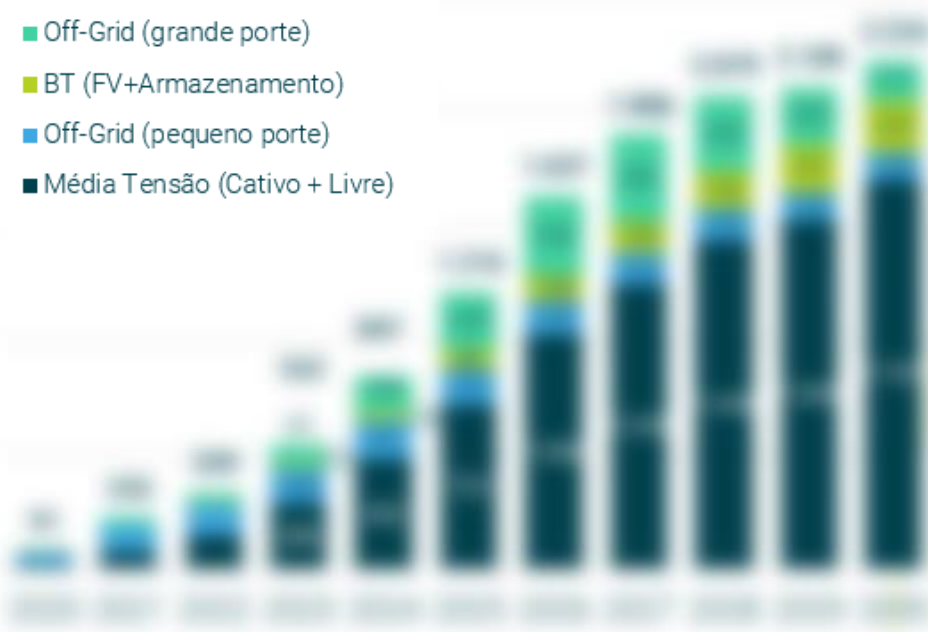
Aplicações Atrás do Medidor + Off-Grid

- Volume anual de projetos pode atingir 1 GWh a partir de 2024. Totalizando um montante de **13,6 GWh** até 2030.
- Aplicações comerciais e industriais de Média Tensão deverão ser o principal mercado.
- Na BT considera-se normas técnicas de inversores híbridos válidas a partir de 2022.
- **Previsão não contempla aplicações à frente do medidor.**

Análise completa disponível para a Versão Premium. [Clique aqui para conferir.](#)

Mercado de Armazenamento (MWh)

- Off-Grid (grande porte)
- BT (FV+Armazenamento)
- Off-Grid (pequeno porte)
- Média Tensão (Cativo + Livre)



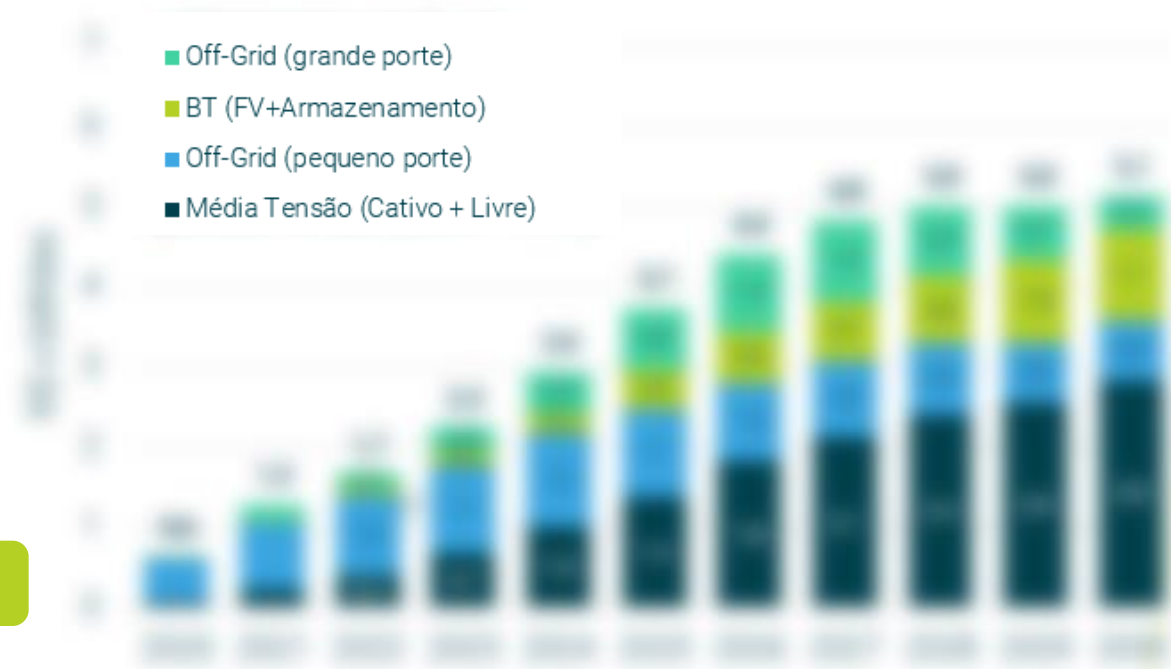
PREVISÃO DE INVESTIMENTO EM ARMAZENAMENTO

Aplicações Atrás do Medidor + Off-Grid

- Até o final da década, estima-se que o mercado demande investimentos superiores a R\$ 5 bilhões ao ano;
- Estimativa não contempla aplicações a Frente do Medidor
- CAPEX de sistemas BT e Off-Grid porte incluem custo da solução fotovoltaica.

Análise completa disponível para a Versão Premium. [Clique aqui para conferir.](#)

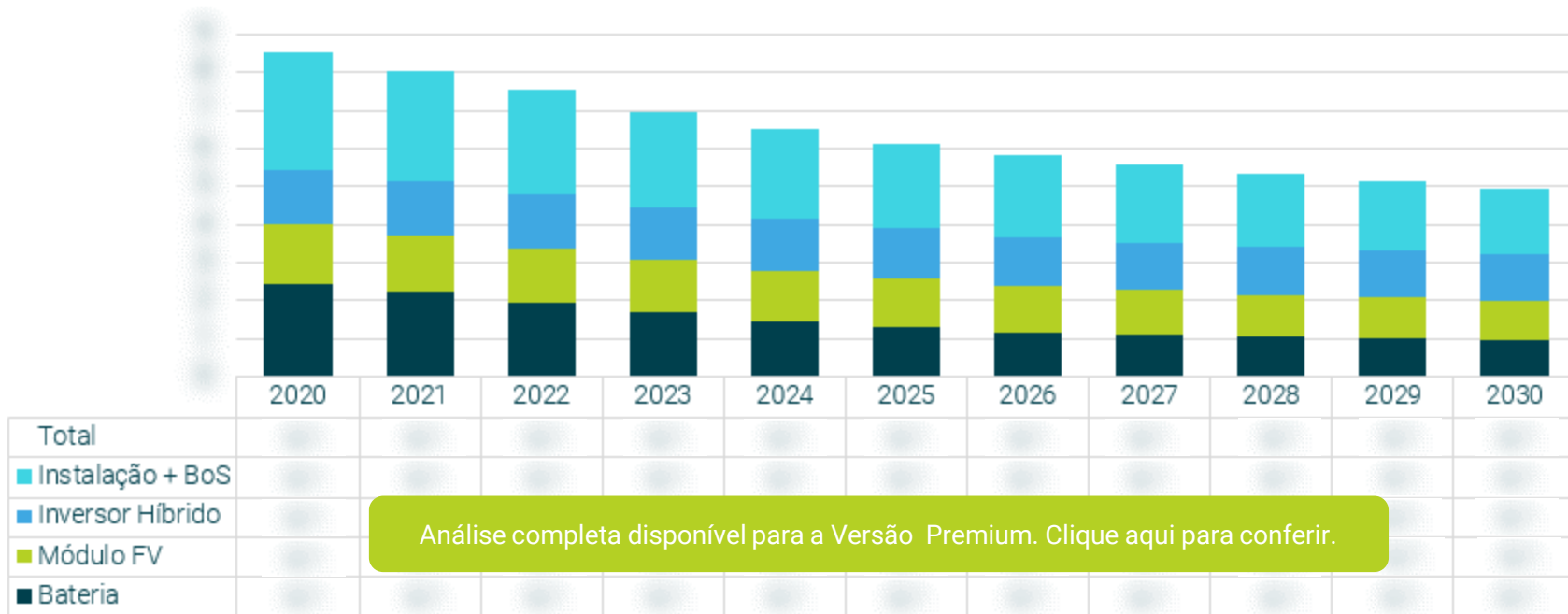
Mercado de Armazenamento (R\$)



ESTRUTURA DE CUSTO – SISTEMA FV + ARMAZENAMENTO

Aplicações residenciais na Baixa Tensão

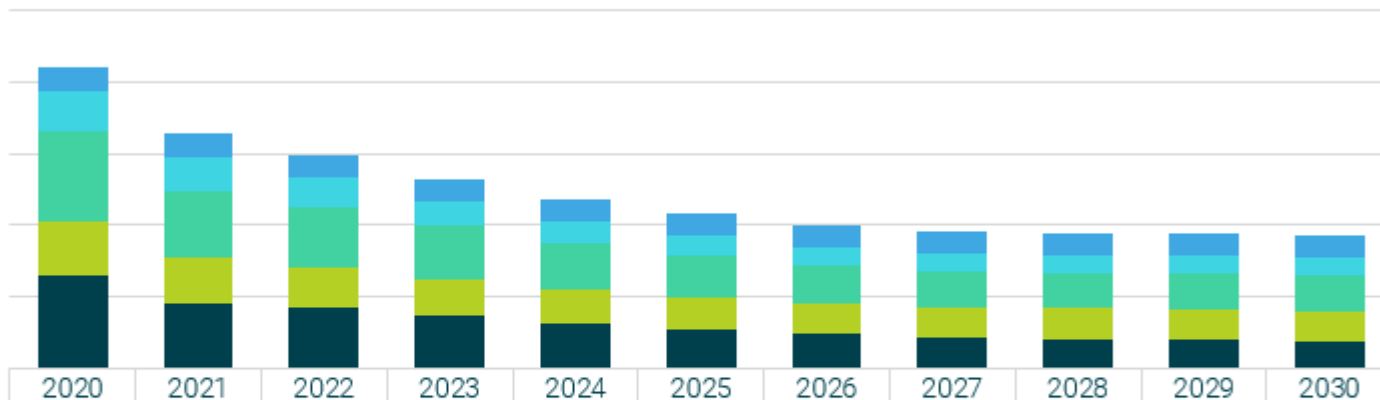
Capex – R\$/Wh - Sistema Armazenamento BT (4 kWh lítio/4kWp)



ESTRUTURA DE CUSTO – SISTEMA DE ARMAZENAMENTO

Aplicações comerciais e industriais

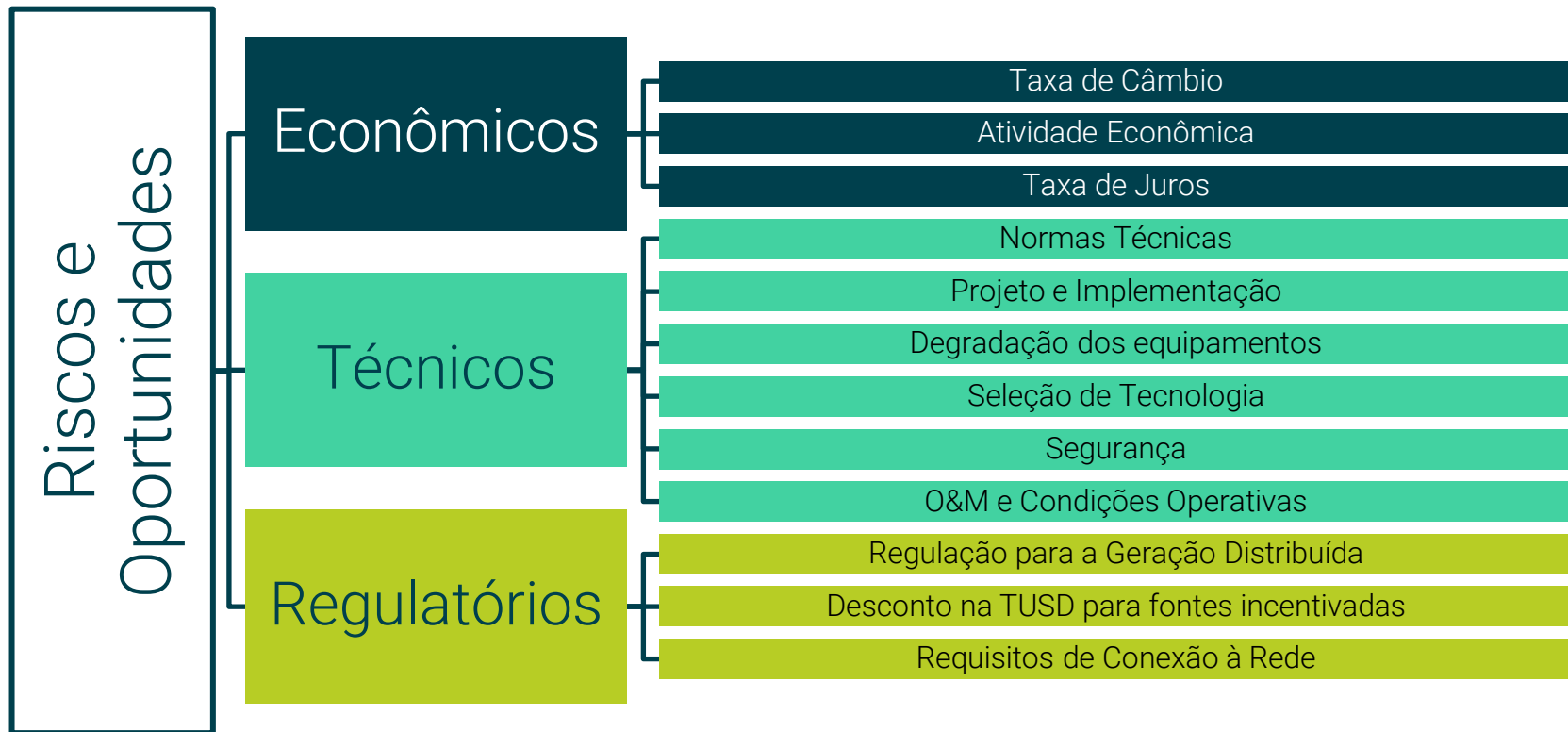
Capex – R\$/Wh- Sistema Armazenamento 500kW/500kWh



	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Total											
Engenharia + Instalação											
BOS local											
Tributos*											
PCS											
Bateria											

Análise completa disponível para a Versão Premium. Clique aqui para conferir.

MATRIZ DE RISCOS E OPORTUNIDADES



RISCOS E OPORTUNIDADES ECONÔMICAS

Taxa de Câmbio

- A **taxa de câmbio** é uma variável que confere uma incerteza significativa ao projeto. Como a maior parte dos equipamentos que compõem o sistema é importada, uma desvalorização cambial pode impactar severamente a viabilidade dos projetos.

Atividade Econômico

- O nível de **atividade econômica** também é importante, influenciando tomadas de decisões a respeito dos investimentos. Num cenário de baixo crescimento ou recessão, as empresas sentem menor segurança para realizar investimentos e financiamentos tendem a ficar mais caros. Outro ponto que desconfigura a economia mundial é a atual pandemia, modificando cadeias de suprimento, níveis de demanda, percepção de riscos etc.

Taxa de juros

- As **taxas de juros** praticadas no mercado podem inviabilizar o investimento. O **financiamento** tem um papel importantes na ampliação das oportunidades de investimento.

RISCOS E OPORTUNIDADES TÉCNICAS

Normas Técnicas

- Para sistemas estacionários existem normas apenas para acumuladores de chumbo-ácido, de níquel-cádmio (portaria INMETRO 004) e para baterias de lítio de 48 Volts (ABNT 16145). Não existem normas para baterias de alta tensão ou para sistemas completos. Esta situação cria dois tipos de riscos: (1) atualmente, fornecedores podem oferecer equipamentos ou sistemas de baixa qualidade, e (2) futuramente, órgãos reguladores poderão promulgar normas muito restritivas, envolvendo processos burocráticos complexos, ou em desconformidade com normas internacionais.

Projeto e Implementação

- O dimensionamento e a implementação de um sistema de armazenamento requerem cuidados em relação às características operativas que podem afetar o desempenho e vida útil do sistema, incorrendo em potenciais efeitos negativos sobre a rentabilidade. São pontos importantes de atenção no estágio inicial de desenvolvimento do setor.

Degradação dos equipamentos

- Todas as baterias estão sujeitas à degradação e uma redução do seu desempenho. A degradação depende de uma variedade de fatores (número de ciclos, profundidade e velocidade de descarga, temperatura do ambiente etc). Consequentemente, baterias podem não ter o desempenho informado pelo fabricante e, portanto, frustrar a expectativa de retorno.

RISCOS E OPORTUNIDADES TÉCNICAS

Seleção de Tecnologia

- Cada aplicação e consumidor tem suas **particularidades** no que diz respeito à **frequência de carga de descarga**, bem como as **condições de operação**. Assim, para definir a tecnologia ideal a ser utilizada no sistema, deve-se levar em conta essas variáveis. Ex.: pode não ser necessário uma bateria de elevada ciclagem quando a frequência de utilização é baixa. Neste caso, poderia ser utilizado uma tecnologia com menor capacidade mas que atenda as necessidades do usuários e forneça melhor desempenho financeiro.

Segurança

- É essencial que o sistema contemple os requisitos de proteção elétrica e segurança operacional.

O&M e Condições Operativas

- O custo de **operação e manutenção** do sistema tem impacto na atratividade, portanto o usuário deve estar atento a esse ponto. Além disso, o fornecedor deve garantir que o sistema opere dentro dos limites aceitáveis, dimensionando corretamente o **controle de temperatura**, e os parâmetros **de carga e descarga** das baterias. Observar essas limitações garante que o sistema opere com maior eficiência além de reduzir a degradação do equipamento

RISCOS E OPORTUNIDADES REGULATÓRIAS

Regulação para a Geração Distribuída

- As possíveis alterações na REN 482 e nas regras de compensação de energia da geração distribuída poderão modificar o perfil de rentabilidade de soluções de armazenamento para consumidores com GD.

Desconto da TUSD/T para fontes incentivadas

- O fim do desconto nas TUSD e TUST para fontes incentivadas, como está sendo discutido na MP 998, pode ampliar as oportunidades para sistemas de armazenamento. Nesse caso, consumidores dessas fontes teriam a mesma diferença entre Ponta e Fora Ponta, ampliando a o retorno financeiro para aplicações de arbitragem energética.

Requisitos de Conexão à Rede

- Atualmente o PRODIST e a Resolução Normativa REN 482 não possuem regras específicas para sistemas de armazenamento sendo conectadas à rede elétrica. Essa falta de definição cria um 'limbo regulatório' e deixa projetos à mercê da avaliação caso a caso pelas distribuidoras de energia;

Adquira a Versão Premium!

Alguns conteúdos premium deste capítulo:

- Previsão do Mercado de Armazenamento de Energia
- Previsão de Investimento em Armazenamento de Energia
- O que impulsiona os mercados? Baixa Tensão (FV + Armazenamento)
- O que impulsiona os mercados? Média Tensão
- O que impulsiona os mercados? Off-grid (Pequeno Porte)
- O que impulsiona os mercados? Off-grid (Grande Porte)
- Riscos e Oportunidades: Econômicos, Técnicos, Regulatórios

[CLIQUE AQUI](#)

MAPA DE ATRATIVIDADE FINANCEIRA – MÉDIA TENSÃO
Taxa Interna de Retorno (TIR)

SERVIÇOS ANCILARES EM FRENTE DO MEDIDOR

PREVISÃO DO MERCADO DE ARMAZENAMENTO DE ENERGIA
Aplicações Atrás do Medidor + Off-Grid

Capítulo 6

Juntando forças para fazer crescer
um novo mercado

Adquira a Versão Premium!

Alguns conteúdos premium deste capítulo:

- Prioridades Estratégicas (1/5) - Econômicas
- Prioridades Estratégicas (2/5) - Tributação
- Prioridades Estratégicas (3/5) – Normas Técnicas
- Prioridades Estratégicas (4/5) - REGULATÓRIAS
- Prioridades Estratégicas (5/5) - REGULATÓRIAS

[CLIQUE AQUI](#)

MAPA DE ATRATIVIDADE FINANCEIRA – MÉDIA TENSÃO
Taxa Interna de Retorno (TIR)

SERVIÇOS ANCILARES EM FRENTE DO MEDIDOR

PREVISÃO DO MERCADO DE ARMAZENAMENTO DE ENERGIA
Aplicações Atrás do Medidor + Off-Grid

ANEXO

Adquira a Versão Premium!

Alguns conteúdos premium deste capítulo:

- Etapas no Desenvolvimento do Projeto De Armazenamento
- O que diz o Prodist
- Certificação Inmetro
- Normas Técnicas

[CLIQUE AQUI](#)

MAPA DE ATRATIVIDADE FINANCEIRA – MÉDIA TENSÃO
Taxa Interna de Retorno (TIR)

SERVIÇOS ANCILARES EM FRENTE DO MEDIDOR

PREVISÃO DO MERCADO DE ARMAZENAMENTO DE ENERGIA
Aplicações Atrás do Medidor + Off-Grid

Informações dos Patrocinadores

DIAMOND



www.renovigi.com.br

mkt@renovigi.com.br

A Renovigi é uma empresa brasileira que nasceu em 2012 como resultado da reunião de empresários que possuem em comum uma visão focada em desenvolver e oferecer ao mercado soluções que agregam a inovação e a sustentabilidade.

Informações dos Patrocinadores

GOLD



solar.huawei.com/br

huawei.solarbrasil@huawei.com

Há 23 anos no Brasil, a Huawei é líder em soluções integradas para o melhor rendimento, segurança e custo otimizado da energia FV. Tecnologias para geração e armazenamento FV residencial, comercial, industrial e usinas solares.



www.energiasolarphb.com.br

contato@phb.com.br

A PHB Solar é uma empresa 100% nacional, com pioneirismo e competência tecnológica, desenvolvendo soluções para a Geração Distribuída como um todo.



www.unipower.com.br

vendas@unipower.com.br

A UNICOBA® é uma das maiores empresas de soluções de energia do Brasil. Fundada em 1973, desenvolve soluções de eficiência energética e armazenamento de energia.

Greener

www.greener.com.br

contato@greener.com.br

(11) 99876 5473 (Móvel)

(11) 3586-9466 (Fixo)



www.newcharge.com.br

contato@newcharge.com.br

(11) 4872-8326 • Ramal 8448

(11) 4872-8326 (WhatsApp comercial)